

Premio Fronteras del Conocimiento a John Hennessy y David Patterson por transformar en ciencia la arquitectura de ordenadores y diseñar los procesadores de los dispositivos actuales

- **Antes del trabajo** de los galardonados, el diseño de la arquitectura de los ordenadores “era más un arte que una ciencia”, según explica el jurado, pero ambos idearon por primera vez “un marco conceptual que aportó al campo un enfoque sólido para medir el rendimiento, la eficiencia energética y la complejidad”
- **Sus contribuciones teóricas** llevaron al desarrollo de RISC, una arquitectura que simplificó las instrucciones necesarias para la ejecución de cualquier programa informático, en la que hoy se basan los procesadores centrales de prácticamente todos los ordenadores de mesa, portátiles, teléfonos inteligentes, tabletas y servidores de centros de datos
- **El libro de texto** en el que plasmaron sus ideas, ‘Computer Architecture: A Quantitative Approach’, una obra con seis ediciones distintas, sigue siendo “la biblia”, en palabras del jurado, para los diseñadores de ordenadores y se utiliza como manual de referencia en los cursos de arquitectura de procesadores en todo el mundo desde su aparición hace 30 años
- **En conjunto, sus ideas** han sentado “las bases para la construcción actual de los centros de datos modernos y las bases de datos”, según destaca el acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Información y la Comunicación ha sido concedido en su decimotercera edición a John Hennessy (Universidad de Stanford) y David Patterson (Universidad de California en Berkeley) por fundar como nueva área científica la arquitectura de ordenadores, la disciplina que diseña el ‘cerebro’ de todo sistema informático, su procesador central.

“Los profesores Hennessy y Patterson son sinónimo de la creación y formalización de la arquitectura de ordenadores”, señala el acta. “Antes de su trabajo, el diseño de los ordenadores

10 de febrero de 2021

–y en particular la medición de su rendimiento– era más un arte que una ciencia, y los profesionales carecían de principios aplicables a su conceptualización y evaluación. Patterson y Hennessy construyeron por primera vez un marco conceptual que aportó al campo un enfoque sólido para medir el rendimiento, la eficiencia energética y la complejidad de un ordenador”.

Las aportaciones científicas a la arquitectura de ordenadores de Hennessy y Patterson han tenido además una vertiente didáctica, plasmada en un libro de texto, *Computer Architecture: A Quantitative Approach*, que tres décadas después de su aparición se sigue considerando “la biblia” de la disciplina en las universidades de todo el planeta, habiendo alcanzado seis ediciones en las que se ha ido actualizando su contenido.

Hennessy y Patterson no solo han aportado contribuciones extraordinarias a la arquitectura de ordenadores como investigadores y educadores, proyectadas a varias generaciones de científicos de la computación a través de su actividad docente, sino que además han impulsado la innovación tecnológica y el desarrollo empresarial de sus ideas. Ambos galardonados crearon RISC, una arquitectura en la que se basa el diseño de los procesadores centrales y hoy está “en el corazón de prácticamente todos los servidores de centros de datos, ordenadores de mesa, portátiles, teléfonos inteligentes y ordenadores embebidos [en televisores, automóviles y dispositivos del Internet de las Cosas]”, según resalta el acta.

RISC, las siglas en inglés de ‘Ordenadores con Conjunto de Instrucciones Reducido’, fue desarrollada en los años ochenta basándose en un concepto que ambos galardonados defendían, y que Hennessy, contactado tras el fallo, ha resumido en la frase: “Cuanto más simple, más eficiente”. Se trataba de un principio del todo opuesto a los entonces imperantes entre los diseñadores de ordenadores, y fue precisamente este ir contra corriente lo que empujó a colaborar a los dos galardonados.

Para Patterson, un hilo conductor en el trabajo de ambos es el esfuerzo por aplicar un método sistemático y reproducible a su investigación. Así contribuyeron a la formalización del área de arquitectura de ordenadores, así crearon RISC y así escribieron su libro: “Diseñamos procesadores igual que diseñamos libros: haciendo experimentos y ensayando”, ha explicado por videoconferencia tras conocer el fallo del jurado, cuyos miembros han sido designados conjuntamente por la Fundación BBVA y el CSIC.

Prueba de su éxito es el hecho de que la tecnología RISC, y sus principios de máxima eficiencia,

10 de febrero de 2021

están hoy presente en el 99% de los procesadores en todo tipo de sistemas, y hacen posible desde la ligereza de los portátiles a la larga duración de la batería de los teléfonos inteligentes. En cuanto a su libro de texto como instrumento que ha definido los pilares de una disciplina y que cumple un papel esencial en su transmisión, Hennessy ha asegurado que “una de las mayores alegrías de mi vida es comprobar que hay estudiantes de todo el mundo que aprecian nuestro trabajo”.

“El trabajo de Hennessy y Patterson ha tenido un impacto profundo y duradero”, concluye el acta. “Concibieron el campo científico de la arquitectura de ordenadores, impulsaron un enfoque sistemático y cuantitativo para el rendimiento de los sistemas, promovieron un tipo de procesadores con conjuntos de instrucciones reducidas que ha transformado la manera en que la industria construye ordenadores; y han logrado avances transformativos para la fiabilidad de los ordenadores y la coherencia de los sistemas a gran escala”.

De ‘arte oscuro’ a ciencia ‘al alcance de todos’

En los años ochenta, antes de la aportación de los galardonados, “cada compañía tenía su manera de diseñar procesadores, basada en la intuición de unos pocos expertos”, recuerda Ron Ho, director de Ingeniería de Silicio en Facebook y secretario del jurado. “Era como brujería, una serie de métodos difíciles de transmitir. Hennessy y Patterson cambiaron eso, crearon un marco, definieron parámetros que permitían comparar distintos sistemas en eficacia y rapidez. La arquitectura de ordenadores dejó de ser un arte oscuro para convertirse en ciencia, un conocimiento sistematizado que se puede transmitir. Democratizaron –pusieron al alcance de todos– el conocimiento necesario para el diseño de ordenadores”.

Ambos premiados han rememorado el esfuerzo de poner negro sobre blanco los fundamentos de la disciplina: “Tanto John como yo éramos profesores, y nos encanta enseñar. Decidimos escribir un libro porque nos frustraba que ninguno de los que había nos ayudaba a transmitir a nuestros alumnos lo que sabíamos”, recuerda Patterson.

Hennessy, por su parte, añade: “La arquitectura de ordenadores se enseñaba en las universidades de forma descriptiva. Era como si estuvieras visitando un museo como el Prado, admirando obras individuales. No nos gustaba nada este enfoque, queríamos algo basado en mediciones importantes, como el rendimiento y el coste. Así que empezamos a escribir con este objetivo, para que el campo adquiriese un enfoque científico y de ingeniería, en vez de uno basado

10 de febrero de 2021

en meras descripciones. Han pasado 30 años y el libro está disponible en una docena de idiomas, lo utilizan cientos de miles de alumnos en todo el mundo”.

Lo simple es eficaz

El procesador RISC, nacido a principios de los ochenta, también es fruto de un cambio conceptual. Los diseñadores de ordenadores de la época asumían que el procesador sería más rápido si tenía que ejecutar pocas instrucciones, por complejas que fueran. Hennessy y Patterson demostraron con su prototipo RISC que si el procesador ejecutaba más instrucciones, pero más simples, los programas de ordenador se ejecutarían mucho más velozmente.

“RISC tiene que ver sobre todo con la eficiencia”, explica Hennessy. “La idea clave es: lo más simple es lo más eficaz. Piensa en un ensayo literario con palabras muy complejas y oraciones rebuscadas. Es muy difícil leerlo rápido. En cambio, un ensayo con términos sencillos se lee rápidamente. Esto es lo que consigue RISC: utiliza palabras muy simples que se ejecutan rápido. Esto nos permitió lograr un avance rompedor en el rendimiento de los ordenadores, que hoy ha conseguido grandes ventajas en cuanto a la eficiencia y el uso de la energía”.

Del rechazo inicial al uso en casi todos los dispositivos

Los buenos resultados de RISC, sin embargo, inicialmente no bastaron para convencer a la comunidad. “Era una tecnología demasiado disruptiva, contraintuitiva: si haces las cosas más sencillas, el ordenador irá más rápido”, recuerda Hennessy. Patterson coincide: “Al principio, RISC era increíblemente controvertido. John y yo nos encontrábamos solos en un lado del debate. Pero años después esto se invirtió. Identificamos las fórmulas que explicaban por qué RISC era más eficiente, y esto llevó a la creación de *startups*. John creó su propia compañía [MIPS Technologies] y yo colaboré con una ya existente [Sun Microsystems], que llevaron productos de gran éxito al mercado. Esto cambió la opinión de la comunidad”.

La aparición en la última década de dispositivos a la vez más diminutos y potentes, como los *smartphones* y las tabletas, hizo aún más evidentes las ventajas de la tecnología RISC. Más eficiencia energética se traduce en mayor duración de batería y menor coste económico.

Más allá de su trabajo conjunto para formalizar la arquitectura de computadores y diseñar la tecnología RISC, el jurado ha destacado también que ambos galardonados han contribuido otras

10 de febrero de 2021

innovaciones duraderas. Patterson “creó un campo de estudio en torno a la fiabilidad de los ordenadores”, destaca el acta, mientras que Hennessy “trabajó en el desarrollo de sistemas distribuidos de multiprocesadores de memoria compartida”. En conjunto, el jurado considera que estas ideas han sentado las bases para los centros de datos modernos, las bases de datos y también los motores de búsqueda de internet. Todos estos sistemas y herramientas requieren del soporte continuo de ordenadores de gran escala altamente fiables, que no se podían haber desarrollado sin los multiprocesadores creados, a su vez, con el concurso de la visión innovadora de los dos galardonados.

Una nueva ‘edad de oro’ para los arquitectos de ordenadores

La carrera hacia una miniaturización aún mayor de los procesadores no ha terminado, y eso implica, para los galardonados, que los desafíos para la arquitectura de ordenadores serán todavía mayores a corto plazo.

“La Ley de Moore [el número de transistores en un procesador se duplica aproximadamente cada dos años] ha impulsado la tecnología para construir ordenadores cada vez más eficientes, pero está llegando a su fin”, señala Patterson. “Sin embargo, la gente sigue queriendo ordenadores mucho más rápidos. Esto significa que los arquitectos de ordenadores van a tener que averiguar cómo diseñar ordenadores que no contarán con transistores superiores, pero aun así mejorarán su rendimiento. El campo puede alcanzar una nueva ‘edad de oro’”.

Hennessy, por su parte, considera que uno de los mayores retos actuales para la disciplina lo impone el auge de la inteligencia artificial (IA): “La demanda para el rendimiento de la IA está aumentando de forma espectacular, tendremos que replantearnos cómo diseñar ordenadores para que hagan tareas altamente complejas, como el aprendizaje automático, de manera eficiente. Esto traerá innovaciones emocionantes, y representa una gran oportunidad para que la gente joven haga aportaciones realmente importantes”.

Biografía de los premiados

John Hennessy (Huntington, Nueva York, 1952) se doctoró en Ciencias de la Computación en la Universidad Estatal de Nueva York en Stony Brook en 1977 y ese mismo año se incorporó a la Universidad de Stanford, de la que acabaría siendo presidente (2000-2016) y donde hoy es director del Knight-Hennessy Scholars Program, un programa internacional de becas de

10 de febrero de 2021

posgrado. En Stanford, Hennessy ha sido catedrático de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación, decano de la Facultad de Ingeniería, 'provost' y presidente de la universidad. En 1984 cofundó MIPS Computer Systems para transferir a la industria su investigación sobre la tecnología RISC y en 1998 fue el presidente fundador de Atheros Communications, una de las firmas pioneras en WiFi. Hoy es presidente de la Junta Directiva de Google y miembro del Consejo de Cisco Systems. Ha participado –como autor principal o de capítulos– en ocho libros (dos de ellos en coautoría con David Patterson) y cuenta en su haber con más de un centenar de artículos en revistas científicas internacionales y conferencias en foros especializados. Ha participado en numerosos comités asesores del Consejo Nacional de Investigación y de la National Science Foundation de Estados Unidos.

David Patterson (Evergreen Park, Illinois, Estados Unidos, 1947), se doctoró en Ciencias de la Computación en la Universidad de California en Los Ángeles en 1976 y en 1977 se incorporó a la Universidad de California en Berkeley, donde hoy es catedrático emérito y titular de la Cátedra E.H. y M.E. Pardee de Ciencias de la Computación. Paralelamente, y desde los años 70 del siglo pasado, ha desarrollado una intensa actividad investigadora en empresas tecnológicas, que le ha llevado a ser Ingeniero Principal en Digital Equipment Corporation, Científico Jefe en Sun Microsystems o Ingeniero Distinguido en Google AI, puesto que ocupa en la actualidad. Es coautor de 11 libros, entre los que destacan dos escritos con John Hennessy –*Computer Architecture: A Quantitative Approach* y *Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface*– y autor de más de 300 publicaciones entre artículos científicos, presentaciones en congresos especializados e informes técnicos. Patterson ha sido presidente de la División de Ciencias de la Computación en la Universidad de California en Berkeley y presidente de la Asociación de Investigación en Computación. Formó parte del Comité Asesor de Tecnología de la Información para el Presidente de los Estados Unidos (PITAC) (2003-2005) y fue presidente de la Association for Computing Machinery (ACM) entre 2004 y 2006.

Jurado y Comité Técnico de Tecnologías de la Información y la Comunicación

El jurado de esta categoría ha estado presidido por **Joos Vandewalle**, presidente de honor de la Real Academia Flamenca de Ciencias y Artes de Bélgica, y ha contado como secretario con **Ron Ho**, director de Ingeniería de Silicio en Facebook. Los vocales han sido **Regina Barzilay**, catedrática Delta Electronics del Departamento de Ingeniería Electrónica y Ciencias de la Computación del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, Estados Unidos); **Georg Gottlob**, catedrático de Informática en la Universidad de Oxford (Reino Unido) y en la

10 de febrero de 2021

Universidad Tecnológica de Viena (Austria); **Oussama Khatib**, catedrático de Ciencias de la Computación y director del Laboratorio de Robótica en la Universidad de Stanford (Estados Unidos); **Rudolf Kruse**, catedrático emérito de la Facultad de Ciencias de la Computación en la Universidad de Magdeburgo (Alemania); y **Mario Piattini**, catedrático de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Castilla-La Mancha.

El **Comité Técnico de Apoyo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**, ha estado coordinado por **M.^a Victoria Moreno**, vicepresidenta adjunta de Áreas Científico-Técnicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), e integrado por **Carmen García García**, coordinadora adjunta del Área Global Materia y profesora de investigación en el Instituto de Física Corpuscular (IFIC); **Gabriela Cembrano Gennari**, científica titular en el Instituto de Robótica e Informática Industrial (IRII); **Josep María Porta Pleite**, científico titular en el Instituto de Robótica e Informática Industrial (IRII); **Carlos Prieto de Castro**, coordinador del Área Global Materia y profesor de investigación en el Instituto de Ciencias de Materiales de Madrid (ICMM); y **Carles Sierra García**, profesor de investigación en el Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial (IIIA).

Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

La Fundación BBVA tiene como foco de su actividad el fomento de la investigación científica y la creación cultural de excelencia, así como el reconocimiento del talento.

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento, dotados con 400.000 euros en cada una de sus ocho categorías, reconocen e incentivan contribuciones de singular impacto en la ciencia, el arte y las humanidades, en especial de aquellas que amplían significativamente el ámbito de lo conocido, hacen emerger nuevos campos o son fruto de la interacción entre diversas áreas disciplinares. El objetivo de los galardones, desde su creación en 2008, es celebrar y promover el valor del conocimiento como un bien público sin fronteras, que beneficia a toda la humanidad porque es la mejor herramienta de la que disponemos para afrontar los grandes desafíos globales de nuestro tiempo. Sus ocho categorías atienden al mapa del conocimiento del siglo XXI y cubren desde el conocimiento básico hasta retos clave para el entorno natural, pasando por ámbitos donde es común el solapamiento entre disciplinas –como la Biología y la Medicina o la Economía, las Finanzas y la Gestión de Empresas- o áreas de tanta pujanza creativa como la música y la ópera.

10 de febrero de 2021

En la evaluación de las 39 nominaciones al Premio Fronteras del Conocimiento en la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación, procedentes de numerosas instituciones y países, la Fundación BBVA ha contado con la colaboración de la principal organización pública española de investigación, el CSIC. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas designa Comités Técnicos de Apoyo, integrados por destacados especialistas del correspondiente ámbito de conocimiento, que llevan a cabo la primera valoración de las candidaturas, elevando al jurado una propuesta razonada de finalistas. El CSIC designa, además, la presidencia de cada uno de los ocho jurados en las ocho categorías de los premios y colabora en la designación de todos sus integrantes, contribuyendo así a garantizar la objetividad en el reconocimiento de la innovación y excelencia científica.

[Calendario de anuncios de próximos galardonados](#)

Ciencias Básicas	Miércoles, 24 de febrero de 2021
Economía, Finanzas y Gestión de Empresas	Jueves, 4 de marzo de 2021

CONTACTO:

Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales

Tel. 91 374 52 10 / 91 374 81 73 / 91 537 37 69

comunicacion@bbva.es

Para información adicional sobre la Fundación BBVA, puede visitar: www.fbbva.es