

# Los chips del futuro, cada día más cerca



Predecir la calidad del aire, localizar petróleo en México, descubrir un código oculto en el genoma...: las aplicaciones de la supercomputación son tan variadas como revolucionarias. De la mano de Mateo Valero, [el Barcelona Supercomputing Center](#) trabaja codo a codo con Microsoft Research para lograr que arquitectura y software multipliquen las posibilidades de los multiprocesadores en un chip.

TEXTO: PERSPECTIVAS FOTOS: MARIANO HERRERA

Mateo Valero,  
director del Barcelona  
Supercomputing  
Center.

**PARA MUCHOS, HABLAR** de supercomputación es hablar casi de ciencia ficción, de un futuro lejano. Para otros, como el Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC - CNS) es hablar del día a día y de resultados concretos. Creado en 2004 bajo la dirección de Mateo Valero, este centro de investigación y servicio en supercomputación cuenta con el patrocinio del Ministerio de Educación y Ciencia, la Generalitat de Catalunya y la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

"Moore es un vicepresidente de Intel que hace ya 40 años, viendo que cada vez se integraban más transistores en la misma superficie de silicio, predijo que cada 18 meses se podría doblar el número de transistores en un chip. Y ha sido verdad", subraya Mateo Valero, director del BSC.

La Ley de Moore ha permitido que cada año y medio los procesadores hayan sido también el doble de rápidos. "Ahora, en los microprocesadores tenemos transistores de 45 nanos, y los tecnólogos piensan

que serán capaces de reducir ese tamaño hasta los 8 nanos. Así que en la superficie de un transistor actual podremos poner entre 32 y 64 transistores. Pero si seguimos reduciendo el tamaño, aparecerán fenómenos cuánticos y problemas que nos prohibirán seguir haciéndolos más pequeños. Ahí llegaremos al final de la miniaturización de los transistores en el silicio", añade Valero.

En cuanto a la velocidad y la potencia, "hace ya dos o tres años, por motivos tecnológicos, se nos quemaron los procesadores si aumentamos la frecuencia de reloj para ir más rápidos. Así que los arquitectos de computadores hemos llegado a la conclusión de que no vale la pena aumentar la frecuencia y, por tanto, la velocidad de los procesadores será más o menos la que tenemos ahora. Prácticamente hemos llegado al final", subraya. Bajo estas premisas, el gran desafío ahora es encontrar el modo de maximizar el rendimiento de los chips multicore, que podrían

**"EL GRAN DESAFÍO ES ENCONTRAR EL MODO DE MAXIMIZAR EL RENDIMIENTO DE LOS CHIPS MULTICORE, QUE PODRÍAN CONTE-  
NER CENTENARES DE MICROPROCESADORES".**

## Un supercomputador en capilla

En 2004 se presentó en sociedad MareNostrum, el supercomputador del BSC. Está ubicado en la antigua capilla de la Torre Girona en la UPC, protegido por un cubículo de vidrio y refrigerado por un circuito de tuberías para mantenerlo a 24° C. Durante tres años, el MareNostrum ha sido el supercomputador más potente de Europa, y actualmente es uno de los más potentes, con 10.240 procesadores y una capacidad de cálculo de 94,21 Teraflops, más del doble de su capacidad original (42,35 Teraflops). Ya ha dado soporte a unos 400 proyectos de investigación en diversas ramas de la ciencia.



## El director del BSC

(ALFAMÉN, ZARAGOZA, 6 de agosto de 1952)

Mateo Valero es Doctor Ingeniero de Telecomunicación, profesor del Departamento de Arquitectura de Computadores desde 1974 y desde 1983 Catedrático de la UPC. Ha publicado más de 400 artículos en el área de la arquitectura de computadores de altas prestaciones y recibido numerosos premios nacionales (como el Julio Rey Pastor, de Informática, y el Leonardo Torres Quevedo, de Ingeniería) e internacionales. En este último apartado, se convirtió en el primer español en recibir el prestigioso premio Eckert-Mauchly 2007, el mayor reconocimiento mundial a la investigación en arquitectura de computadores. En 2001, fue elegido Fellow del IEEE y un año más tarde, Fellow de Intel y del ACM. Es miembro fundacional de la Real Academia de Ingeniería de España. En 1998, fue elegido hijo predilecto de su pueblo natal, que le puso su nombre al colegio local.



- contener centenares de microprocesadores. “Debido al reto tecnológico que tenemos y vamos a tener, ya no va a haber computadores de sobremesa y *laptops* con un procesador, sino con varios” dice Mateo. “Ya hay ordenadores que tienen chips de dos o cuatro procesadores. Dentro de unos diez

juntos en la investigación de las arquitecturas multicore. Tras este acuerdo inicial, este año se acaba de refirmar el compromiso de investigación del BSC – Microsoft Research Center. “Comenzamos hace dos años como novios, y ahora nos hemos casado”, afirma Mateo Valero.

### **“DEBIDO AL RETO TECNOLÓGICO QUE TENEMOS Y VAMOS A TENER YA NO VA A HABER COMPUTADORES CON UN PROCESADOR SINO CON VARIOS”.**

años, tendrán más de 100. Y si tenemos  $n$  procesadores en un chip, el programa teóricamente se debería ejecutar  $n$  veces más rápido”, añade.

#### **Investigación conjunta**

La valiosa experiencia del BSC en software paralelo-hardware paralelo motivó que Microsoft les eligiera hace dos años como primer centro mundial para trabajar

“Microsoft es experta en el diseño de software, el más usado mundialmente. Pero hasta ahora este software se ha ejecutado básicamente en un solo procesador. Microsoft debe conseguir que su software se ejecute eficientemente en este sistema multiprocesador que incorporarán, desde ya, los ordenadores domésticos”, argumenta Valero. Para que el nuevo software funcione en chips multicore y consiga que las máquinas trabajen

más rápido y mejor, los programas deben funcionar en un modo paralelo en lugar de secuencial. Y para ello, hay que reescribir las aplicaciones. “Y reescribir aplicaciones paralelas no es fácil. La primera materia de investigación es crear herramientas software que faciliten la programación de estos multicore en un chip. Y la segunda, una vez paralelizados los programas, es hacer que las aplicaciones se ejecuten eficientemente en esos *laptops*”, puntualiza.

#### **Profesionales de altura**

El acuerdo abarca un período inicial de tres años y un presupuesto que implica la contratación de un equipo estable interdisciplinar formado por unos 20 ó 25 expertos en HPC venidos de toda Europa y América. “Lo mejor de la supercomputación a nivel europeo está aquí, en el BSC. También los mejores profesionales internacionales han sido fichados por Microsoft, como Tony Hey y Fabrizio Gagliardi en Europa,

o Burton Smith y Dan Reed en América, colegas muy destacados y vacas sagradas de la supercomputación", apunta Valero.

"Microsoft supervisa nuestros trabajos e investigaciones a través de informes mensuales y reuniones trimestrales. Esto está muy bien porque nos pone las pilas como centro de investigación y divulgación científica", continúa. En esta línea formativa y divulgativa, el centro BSC-Microsoft Research Center va a realizar en Barcelona un *workshop* internacional durante el mes de junio de 2008, donde se trabajará sobre algunos prototipos de software y hardware en arquitectura multicore.

En el desarrollo de esta azarosa labor, el BSC - Microsoft Research Center no está solo: cuenta con la valiosa colaboración de Microsoft Research Center de Cambridge, con investigadores como Tim Harris. Ambos centros, el español y el británico, llevan a cabo investigaciones paralelas y ponen en común sus avances en materia de arquitectura multicore y procesamiento paralelo masivo, mediante *feedbacks* continuos. "Ese conocimiento mutuo tiene un gran valor para nosotros", declara Mateo.

#### Aplicaciones y logros

Las investigaciones polivalentes del Barcelona Supercomputing Center se desarrollan en cuatro áreas fundamentales: Ciencias de la computación, Aplicaciones de los supercomputadores, Ciencias de la vida y Ciencias de la tierra. Y en todas ellas han cosechado importantes éxitos. "Es muy difícil elegir uno solo de los logros de cada área. Cada descubrimiento tiene su mérito y sus aplicaciones pueden tener un importante alcance público. Por nombrar algunas, destacaría investigaciones como las del proyecto MERASA, en el que se realizan procesadores de altas prestaciones

y tiempo real para ser implementados en aviones o coches con el fin de prevenir accidentes. También la investigación conjunta con Repsol para buscar petróleo en México, o el descubrimiento de un código oculto en el genoma dentro del área de las Ciencias de la vida", declara Mateo Valero.

#### Máxima potencia

El BSC esconde además un arma secreta: el MareNostrum. Se trata de uno de los supercomputadores más potentes de Europa, con más de 10.000 procesadores y capaz de calcular más de 94 billones de operaciones por segundo, es decir, 94,21 Teraflops. Ahí es nada. "Si tenemos 10.000 procesadores en el MareNostrum, nuestros programas intentan que trabajen como 10.000 veces un procesador, como si tuviéramos un procesador hipotético 10.000 veces más rápido. Es como adelantar 20 años la ley de Moore. ¡Es increíble!", revela Valero.

MareNostrum es, además, el núcleo principal de la RES (Red Española de Supercomputación): una estructura de supercomputadores distribuida por el país con nodos en Madrid, Canarias, Valencia, Santander, Zaragoza y Málaga, cuya función es dar cobertura y soporte a grupos de investigadores en la realización de complejos experimentos y simulaciones por ordenador. "Una comisión de acceso de 44 personas se encarga de decidir qué proyectos de investigación de toda España pueden acceder a la RES", concluye el director del BSC. ■

#### > Webs de interés

[www.research.microsoft.com](http://www.research.microsoft.com)  
[www.bsc.es](http://www.bsc.es)  
[www.ac.upc.es/homes/mateo](http://www.ac.upc.es/homes/mateo)  
[www.top500.org](http://www.top500.org)

## ■ HISTORIA DEL BSC

### ▶ DESDE 1984

Las investigaciones en sistemas de computación del Departamento de Arquitectura de Computadores (DAC) de la UPC revelan la necesidad de crear un centro permanente. Es el embrión del CEPBA.

### ▶ 1991

Se crea CEPBA (Centro Europeo de Paralelismo de Barcelona), vinculado a la UPC y con el soporte económico de CICYT y CIRIT, para investigar y desarrollar tecnologías de computación.

### ▶ 1995-2000

CEPBA se encargó de coordinar las actividades con CESCO (Centre de Supercomputació de Catalunya) a través de C4 (Centro de Computación y Comunicaciones de Cataluña) fundado por CIRIT y UPC.

### ▶ 2004

El MEC, la Generalitat de Catalunya y la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) crean el Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación. Empieza a funcionar el MareNostrum.

### ▶ 2005

Se constituye oficialmente el BSC y el MareNostrum, el supercomputador más rápido de Europa y el número cuatro del mundo, se inaugura como joya del centro.

### ▶ 2006

El 20 de abril se inicia el proyecto conjunto Barcelona Supercomputing Center - Microsoft Research Center. MareNostrum duplica su capacidad y, con él, el BSC coordina todos los nodos de la RES.

### ▶ 2008

El 18 de enero se crea una firme alianza entre el BSC y Microsoft Research Center para encontrar soluciones a la programación y diseño de los procesadores multicore del futuro.