

Los planes de la Comisión Europea (CE) contemplan doblar la inversión en HPC desde 630 a 1.200 millones

# A la búsqueda del espíritu de la 'supercolmena'

Más allá del reto Exaescala con el horizonte 2020, el uso de GPUs como procesadores o la eficiencia energética, la supercomputación afronta otro desa-

fío: la colaboración. En base a la filosofía que sustenta modelos de enorme potencial como grid, la Unión Europea y España, en tanto que participantes

en la iniciativa PRACE, apuestan por el High Performance Computing (HPC) como palanca para el desarrollo de la investigación, la ciencia y la innovación.



LOLA SÁNCHEZ

● Teraflops, Petaflops, el avance hacia la Exaescala. Cuando se trata de supercomputación tendemos a limitarnos a hablar en términos de potencia. No obstante, lo verdaderamente importante es el uso que se hace de toda esa capacidad de cálculo. En la práctica, ha sido recientemente cuando se superó la barrera de los 10 Petaflops, es decir, 10 cuatrillones de operaciones por segundo, pero ¿a qué se aplica toda esa potencia?

Para dar respuesta a una pregunta que ciertamente no es sencilla, lo lógico es empezar a buscar por la base, es decir, la arquitectura, un punto de vista desde cual los superordenadores son 'raras-avis'. En muchos casos los superordenadores están contruidos con procesadores x86, sean de Intel o de AMD, y GPU de

AMD o Nvidia, fundamentalmente; pero tienen poco más en común con otros sistemas de proceso como, por ejemplo, un PC.

Lo más habitual es que estos gigantes de la supercomputación utilicen unidades de

Nvidia Tesla GPU. Estos nodos están conectados con interconexiones propietarias generalmente ópticas. Los diferentes blades tienden a estructurarse en racks, igualmente conectados por fibra, haciendo posible el trabajo

*Sistemas Exaflops, arquitecturas cloud o grid, GPUs, eficiencia energética y chips multicores emergen como los grandes retos*

cálculo personalizadas en las que normalmente se alojan varios nodos CPU/GPU. Un ejemplo sería el Cray XK6, el supercomputador blade más potente del mundo, cuyos cuatro blades contienen cuatro nodos y cada uno de ellos 16 cores AMD Opteron y

conjunto de decenas de miles de nodos.

Esta supercolmena de proceso requiere lógicamente de refrigeración, una exigencia que suele satisfacerse con agua, permitiendo ahorrar e incrementar al tiempo la velocidad de proceso. El siste-

ma de refrigeración con agua del superordenador K de Fujitsu, a la cabeza del 'Top 500' con sus 88.128 nodos, es probablemente a día de hoy el más complejo del mundo.

A semejanza del 'espíritu' en la colmena, los superordenadores también requieren de control y es aquí donde aparece el software, en la práctica mayoría de los superordenadores una versión personalizada de Linux. Y, a tener también muy en cuenta, el almacenamiento, que suele consistir en un mix de miles de Gb de RAM y Petabytes en disco.

## Titanes del cálculo y la simulación

Pero, dejando a un lado las entrañas, ¿a qué se aplican estas bestias del proceso?. En realidad sus tareas son pocas, aunque apasionantes. Básicamente, la realización de cálculos

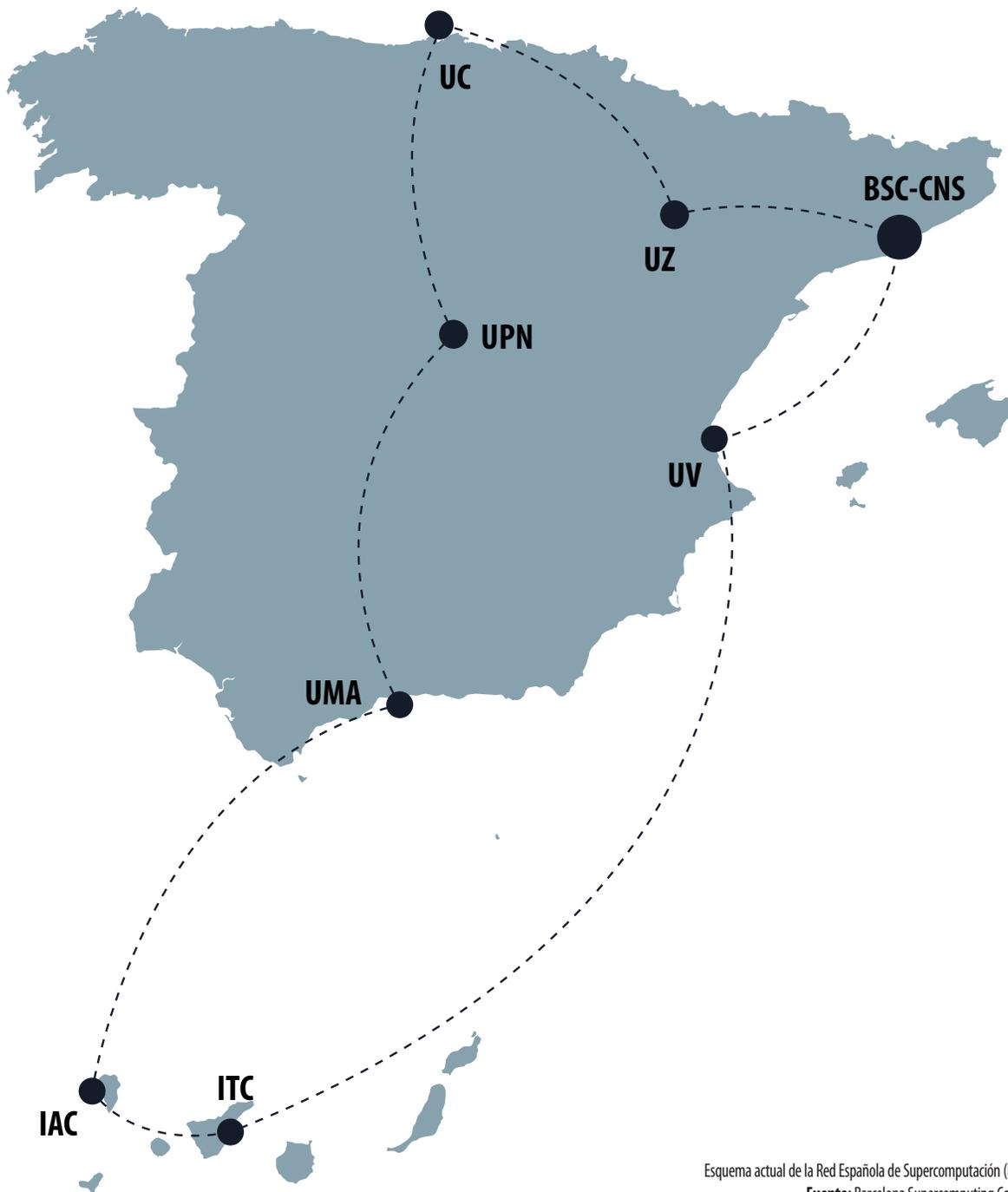
que manejan ingentes cantidades de datos y la simulación de modelos.

Resumiendo mucho, la predicción del tiempo y la simulación aerodinámica fueron durante la década de los 70 los principales campos de actuación de la supercomputación. En los 80 y coincidiendo con la Guerra Fría ganaron peso la simulación nuclear y el modelado. Y más recientemente el foco se ha trasladado a la descodificación y la dinámica molecular, ámbito en el que sobresale el chino Tianhe 1A, el segundo supercomputador más potentes del mundo.

"La supercomputación está obligada a proporcionar la capacidad de cálculo que demandan los grandes retos científicos e industriales", indica el director del Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), Javier García To-

bío. Y, para ello, "se trabaja en distintos frentes: diseño de sistemas con capacidad de cálculo Exaflops para el final de esta década, al mismo tiempo que se buscan soluciones en tecnologías complementarias con arquitecturas distribuidas sobre Cloud o Grid".

Dentro del abanico de tendencias que caracteriza el actual escenario de la supercomputación, el director del Servicio de Informática de la Universidad de Valencia, Salvador Roca, entiende que las principales están ligadas a dos tecnologías: GPU y chips multicore. "El desafío", señala Roca, "es hacer que los programas que hasta ahora ejecutábamos en un solo procesador lo hagan, de forma eficiente en miles de procesadores o usen las tarjetas gráficas a modo de aceleradores". No obstante, existen barreras. Y es que "si bien la po-



Esquema actual de la Red Española de Supercomputación (RES)  
Fuente: Barcelona Supercomputing Center

tencia de las GPU es muy grande, la dificultad para programarlas puede hacer que solo se usen en casos muy específicos”.

El director técnico de la Fundación Centro de Supercomputación de Castilla y León (FSCS), Antonio Ruiz Falcó, pone por su parte el acento en otro aspecto candente: la eficiencia energética. Y es que, “por su propia naturaleza, los superordenadores son muy intensivos en consumo de energía”, recuerda el técnico, que llama la atención sobre el proyecto MONICA en el que trabaja la FSCS con el punto de mira puesto en el desarrollo de un sistema de monitorización con control inteligente de la eficiencia energética.

Junto a la mejora sustancial de la eficiencia energética

de los superordenadores, García Tobío identifica otros obstáculos. “Para avanzar”, considera que “es necesario superar barreras existentes como la disponibilidad de códigos eficientes para arquitecturas que requieren un muy alto nivel de paralelización, la estandarización de nuevos compiladores y herramientas de desarrollo y la diseminación del conocimiento de estas nuevas tecnologías”.

#### Envite PRACE

Con todos estos desafíos por delante, la supercomputación continúa avanzando y si bien Estados Unidos sigue siendo la primera potencia en HPC (High Performance Computing), la región Asia-Pacífico continúa ganando terreno y el Viejo Continente,

a pesar del contexto económico, no quiere perder el tren. No en vano y como recuerda García Tobío, “la supercomputación es una herramienta imprescindible para el desarrollo de la ciencia, la competitividad de la industria, la mejora de la gestión del medioambiente y de los servicios a los ciudadanos”.

El envite de Europa en supercomputación se materializa en el consorcio PRACE (Partnership for Advanced Computer in Europe) que, presentado en Barcelona en junio de 2010, persigue la creación de una infraestructura europea de supercomputación en la que España actúa como uno de los ‘hosting partners’.

A la vista está que Europa no se encuentra actualmente en su mejor momento para

grandes inversiones. Sin embargo, parece que el Viejo Continente es consciente de la importancia de no perder el tren de la investigación y la ciencia; ámbitos en los que la supercomputación juega un papel clave.

Así, el pasado febrero la Comisión Europea (CE) anunciaba un plan que contempla doblar las inversiones en HPC desde 630 millones a 1.200 millones a fin de apalancar la posición de Europa en HPC. Con motivo del anuncio la vicepresidenta de la CE responsable de la Agencia Digital, Neelie Kroes, subrayó que “tenemos que invertir de forma inteligente en este campo porque no podemos permitirnos que sean nuestros competidores los que innoven”.

## Red Española de Supercomputación (RES)



Antonio Ruiz Falcó, director técnico de la FSCS.



Javier García Tobío, director del CESGA.



Salvador Roca, director del Servicio de Informática de la UV.

El trabajo en red también es el modelo en el que se asienta la estrategia de España en supercomputación, que se materializa en la bautizada como RES (Red Española de Supercomputación), una infraestructura virtual distribuida de supercomputadores situados en distintas localizaciones.

Tras su creación hace ahora un lustro, la RES cuenta ya con 10 nodos que se sitúan en Barcelona, Canarias, Cantabria, Madrid, Málaga, Valencia y Zaragoza, sumando una capacidad total que supera los 400 Tflops. Se trata, concretamente, de los superordenadores MareNostrum y MinoTauro en el Barcelona Supercomputing Center (BSC - CNS), el Magerit2 en el Centro de Supercomputación y Visualización (CeSViMa) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), los superordenadores LaPalma y Atlante del Instituto de Astrofísica de Canarias y el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), Altamira en el Instituto de Física de Cantabria (IFCA), Pablo y Picasso en el Centro de Supercomputación y Bioinformática de la Universidad de Málaga (UMA), el Tirant de la Universidad de Valencia (UV) y el Caesargusta en el Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI) de la Universidad de Zaragoza.

Como política general, cada nodo reserva un 20% de sus recursos computacionales para sus científicos y el 80% restante está a disposición de la comunidad científica. “La RES provee de un marco común de trabajo donde compartir conocimiento y experiencias”, comenta Roca, quien destaca que “cuando crece la RES, crecen todos sus nodos, lo que implica centralizar la inversión y sacarle el máximo rendimiento; además, ofrece una imagen de ventanilla única de cara al usuario”.

A pesar de no formar parte todavía de la RES, otros centros como el CESGA o la FSCS valoran positivamente la iniciativa. “Toda iniciativa que tenga como objetivo coordinar la actividad HPC en España, redundará en beneficio de la sociedad y, en este sentido, la RES ha supuesto un valioso primer paso”, entiende García Tobío, quien considera que “en esta época de dificultad económica, esta colaboración debería intensificarse, estrechando para ello las relaciones entre los diferentes actores o participantes de la supercomputación: industria, proveedores de hardware y software, sector público, universidades e infraestructuras singulares existentes”.

En la misma línea, Ruiz Falcó también destaca el rol de la RES y entiende que “la coordinación de centros y recursos de distinta titularidad debe consolidarse como una ventaja competitiva y una garantía de acceso a programas, proyectos y líneas de actuación y financiación supranacionales y como mecanismo de racionalización de los recursos propios en el que la eficiencia sea un criterio de la máxima prioridad”.

#### Aplicación empresarial, asignatura pendiente

Aunque la supercomputación en España ha crecido de forma importante en los últimos años, su aplicación sigue siendo principalmente académica. Como comenta Tobío, “la ciencia se beneficia de la supercomputación mediante las infraestructuras dependientes de las Administraciones públicas, a las que acceden las comunidades investigadores y las cuales también prestan servicios a la sociedad en áreas como la predicción meteorológica, la defensa, la sanidad, el medioambiente, etc.”.

No obstante, el uso de la supercomputación en el entorno empresarial español todavía es muy poco intensivo. “Se trata de una utilización discreta en ámbitos como el de la banca, la aeronáutica, la automoción, la biotecnología y la farmaindustria, o la energía”, apunta Tobío, para añadir que “la modelización y la simulación numérica aplicada en la industria es una asignatura pendiente en nuestro país”.

El Big Data y el cloud son los grandes dinamizadores de la computación de alto rendimiento

# España debe pasar a un modelo industrial para aprovechar la supercomputación

Si pensamos en tecnologías de supercomputación, la mente se nos va a bunkers científicos llenos de batas blancas inmersos en complicados proyectos de innovación. Sin

embargo, con el tiempo, ha dejado de ser exclusividad del ámbito científico, revelándose como un factor clave para el avance económico y social ante el amplio radio de aplica-

ciones que proporciona en los diferentes sectores de actividad. En este encuentro, desvelamos algunos de estos usos, y aplicaciones así como las tendencias de futuro.



● En unos momentos en que Europa se está rearmando para competir con la pujante Asia y el omnipresente Estados Unidos, COMPUTING ha organizado una tertulia para recoger todas las tendencias y evoluciones de un mercado en crecimiento como el de High Performance Computing (HPC), cada vez más próximo a los sistemas corporativos y al usuario profesional. En dicho encuentro se ha querido dar cabida a los tres modelos más avanzados en supercomputación: el japonés representado por Fujitsu; el americano representado por HP; y el europeo, por Bull. El contrapunto lo ha puesto el Cimat, como usuario científico de la computación de alto rendimiento.

Con esta nueva situación, los proveedores TIC tienen el reto de ofrecer a las organizaciones (bancos, instituciones públicas, fabricantes...) los recursos tecnológicos más innovadores, así como una mayor capacidad para afrontar las nuevas exigencias de computación derivadas del Big Data, para que sector público y privado puedan extraer todo el valor de la supercomputación. No en vano, como adelantaba Esther de Nicolás, HPC Business Manager de HP, la supercomputación es uno de los mercados de servidores donde puede haber un mayor crecimiento, junto con el cloud computing y el Big Data. “HP lleva muchos años dedicado al mundo de los servidores y la computación de alto rendimiento con una estrategia, que se diversifica en tecnología y desarrollo conjunto y cooperación entre el cliente y el proveedor. Tenemos una asociación de usuarios, HPC-CAST, donde compartimos

experiencias, innovaciones tecnológicas, datos confidenciales de producto... con objeto de facilitar desarrollos específicos en supercomputación, tanto para el ámbito científico como empresarial. Las necesidades son distintas en el entorno empresarial donde la gestión debe ser muy estándar, tener una capacidad energética eficiente, el rendimiento debe tener un buen balanceo del sistema... Un resultado de estos esfuerzos, por ejemplo, es el proyecto Moonshot, que aún está en fase beta, pero que sentará las bases de un nuevo modelo de sistemas basados en muchos nodos de computación ultradensos que reducirán un 90% lo que ocupan las unidades de tecnología, así como el consumo energético”, explicaba la directiva.

La visión de Bull en supercomputación, en cambio, es diferente aunque comparte con HP el interés de la colaboración. Como empresa europea, su objetivo es situar al Viejo Continente en una posición más adelantada frente a otras potencias como Japón o Estados Unidos. Por ello, como aclaraba Óscar de Bustos, director de Supercomputación de la división Bull Computing Solutions, “nosotros tenemos en Europa 600 personas dedicadas a supercomputación, el equipo más grande incluso sumando a todos los proveedores, para ayudar a que el continente cree tecnología HPC propia para poder competir con Estados Unidos y Japón. No en vano, en Bull no lo denominamos así sino Extreme Computing porque debemos dar un paso más adelante y dar supercomputación extrema. Asimismo, comparto que las soluciones que se deben dar al entorno

# [Especial Supercomputación]

empresarial deben diferir de las de la esfera científica; y ya se están dando. Hoy en día, muchas cosas que vemos a nuestro alrededor están hechas con supercomputación como el diseño de un pañal, de un coche, climatología, medicina... Nosotros proveemos soluciones hechas a medida para un sector específico que cumpla los retos del Exaflop, y consume poca energía y densidad; y no sólo hardware, también software HPC para mover grandes sistemas de supercomputación, tolerante a fallos”.

En Fujitsu, que lidera el mercado HPC japonés, la innovación va muy ligada a construir una sociedad de seres humanos inteligentes conectados donde los servicios que se les presta están contextualizados. Y en este mundo, la supercomputación juega un papel muy importante junto con los dispositivos ubicuos, redes fotónicas, cloud computing y Big Data. “En la vida se emplea mucha supercomputación y muchas veces no somos conscientes de ello. El problema es que los políticos tampoco son conscientes y por ello no invierten en HPC al desconocer los usos que puede tener en buscar nuevas fuentes de energía, salvar vidas humanas... es importante que los políticos lo entiendan e inviertan”, evidenciaba Adriano Galano, director de Desarrollo de Negocio de Servidores especialista en Supercomputación y Big Data de Fujitsu. “Estamos en un punto de inflexión muy importante y Europa se tiene que poner las pilas. En Japón, crisis significa oportunidad, en Europa, no. Estamos muy preocupados con los recortes presupuestarios y no nos damos cuenta que otros continentes van a velocidad de crucero. No digo que Europa se quede rezagada, pero si es verdad que tanto Estados Unidos como China o Japón van muy por delante”, apuntaba.

“Es cierto que las cosas están cambiando rápidamente”, objetaba Esther de Nicolás de HP. “China está creciendo muy rápido, y en la lista Top 500 de los superordenadores, Japón ha ido perdiendo posiciones”.

En paralelo a esta evolución que está experimentando el mercado de la supercomputación, se está produciendo una metamorfosis en la for-

ma actual de trabajar con este tipo de tecnologías en la esfera científica. Así lo manifestaba Rafael Mayo, responsable de Informática Científica de Ciemat, quien lo concibe como el mayor cambio que ha habido en los últimos tiempos. “Hemos pasado de un modelo en el que un físico tenía un problema y lo solucionaba desarrollando un código, a una nueva metodología donde ahora el científico, junto con el asesoramiento de un profesional de tecnología, diseñan la fórmula. Cada vez es más útil la colaboración entre el grupo de I+D y el proveedor de recursos”, explica.

## El Big Data, ¿un dinamizador?

Aparte del fomento de esta colaboración investigación-proveedor TIC, desde Ciemat acusan otras tendencias relacionadas con la explosión del Big Data, y son la estandarización y análisis de los datos. “Casi todos los países tienen sus agencias de meteorología, que generan su propia información, en formatos y arquitecturas diferentes. Para poder hacer un mejor uso de ello y que las distintas agencias compartieran dicha información, creo que se tenderá hacia la estandarización de los datos y análisis de los datos. “Casi todos los países tienen sus agencias de meteorología, que generan su propia información, en formatos y arquitecturas diferentes. Para poder hacer un mejor uso de ello y que las distintas agencias compartieran dicha información, creo que se tenderá hacia la estandarización de los datos y análisis de los datos.”

*“La cuestión no es cuánto cuesta innovar, sino cuánto costará el no hacerlo”*

mos quedarnos en el almacenamiento de la información; hay que analizarla. Esto, obviamente requiere muchos desarrollos de algoritmos matemáticos y aquí es donde entran los proveedores, que deben crear un territorio común donde los investigadores de un área concreta puedan compartir de manera más transparente la información ya que cada vez se trabaja más en conjunto”, concretaba Rafael Mayo.

Opinaba lo mismo Adriano Galano de Fujitsu, aunque añadiendo el matiz de que en supercomputación, la gestión y análisis de tales cantidades de datos, “se deberían aplicar en procesos menos científicos



*“Queremos ayudar a Europa a crear HPC propia para que pueda competir contra Estados Unidos y Japón”.*

**Óscar de Bustos**, director de Supercomputación de Bull Computing Solutions.



*“España ha representado el 5-6% del mercado europeo de la supercomputación, pero bajará por los recortes aplicados”.*

**Adriano Galano**, director de Desarrollo de Negocio de Servidores de Fujitsu.

y más empresariales como, por ejemplo, averiguar qué se está comentando de mi empresa o producto en Twitter. Bajo esta perspectiva, el Big Data puede popularizar el HPC quitándole ese halo científico”.

HP, en cambio, es de otra opinión ya que en palabras de Esther de Nicolás, “HPC y

Big Data se unen, pero Big Data es ‘The next big thing’. Hoy en día es importante sacar uso de los datos, sobre todo, de los desestructurados; y la carrera de los proveedores va en esa dirección. Aquí los proveedores debemos dar soluciones para ver qué se hace con esa información y solucionar el tema de la estandarización. En mi opinión personal, tenemos parte de culpa en este tema porque cada uno tenemos nuestros laboratorios por separado, sacamos productos distintos... y al final el estándar de facto es la solución que más usa la industria”.

“Pero el Big Data no es nuevo”, replicaba Óscar de Bustos de Bull. “Todos los

centros de investigación han manejado cientos de Terabytes desde hace años. Ahora el Big Data es un término marketing que se está usando mucho en otros sectores porque ahora comprar un Petabyte es más económico, lo que está explotando mucho los sistemas de almacenamiento. Asimismo, es cierto que no hay un estándar en la industria. Los datos están asociados a sistemas, redes de conexión... que se montan en protocolos estándar, y ahí los proveedores no tenemos mucha culpa”, postulaba.

## ¿Es rentable la supercomputación en España?

En España, el tejido empresarial es mayoritariamente pyme por lo que desde HP proponen hacer una labor divulgativa sobre las ventajas competitivas de utilizar la supercomputación en las empresas. “En Estados Unidos y en otros países, las empresas sí usan la supercomputación, como la firma de las patatas Pringles que consiguió meter más patatas en el bote. Las tecnologías HPT permiten simular entornos y hacer que un entorno informático pueda predecir comportamientos. Debemos ayudar a las empresas españolas a usar estos mecanismos para que sean más competitivas”, indicaba Esther de Nicolás.



*“Hemos pasado de un modelo donde el físico desarrollaba el código, a otro donde el investigador lo diseña con ayuda de un informático”.*

**Rafael Mayo**, responsable de Informática Científica de Ciemat.



*“Debemos ayudar a la empresa española a usar los mecanismos de la computación de alto rendimiento para que sea más competitiva”.*

**Esther de Nicolás**, HPC Business Manager de HP.

Sin embargo, deben ser modelos más modestos pues como advertía Rafael Mayo de Ciemat, “no todo el mundo es o puede ser usuario de la supercomputación a gran escala. Desde el punto de vista científico, a los centros de investigación hay que proporcionar tecnologías HPC que satisfagan sus necesidades en su justa medida. De hecho, puede que un científico de un grupo de trabajo del Mare Nostrum en Barcelona tampoco necesite una gran capacidad de procesamiento”.

Óscar Bustos añadía en este punto la problemática y/o necesidad de juntar universidad y centros de investigación con la industria española. “En España también tenemos industria, pero no somos Alemania ni Francia. Nuestro PIB se basa más en la economía de servicios y turismo. Deberíamos cambiar hacia un modelo más industrial. Pero, si en lugar de invertir en investigación, lo reducimos, como este año, un 25%, hacemos el camino a la inversa. Debemos invertir más en I+D y generar industria y ya todo iría bien. En España sí hay supercomputación porque se ha destinado dinero de Europa. En los últimos cinco años se han recibido subvenciones de los Fondos Feder y se nota que ha aumentado el uso de la supercomputación. Ahora, Europa está invirtiendo mucho en

estas tecnologías, pero queda por ver el papel que jugará España”.

“España ha representado el 5-6% del mercado HPC de Europa y va hacia abajo por los recortes”, ratificaba Adriano Galano de Fujitsu. “No se trata de recortar, sino de definir cuál es el modelo de competitividad e innovación del país que estamos construyendo. Hay un centro de supercomputación en casi todas las Comunidades Autónomas, y tampoco es eso; hay que ir a un modelo más sostenible de centros. En este sentido, debemos generar un debate social entre gobierno, industria y proveedores sin excluir a los científicos, porque, ¿es rentable encontrar una cura contra el cáncer sin tener que recortar? La supercomputación no es cuánto cuesta la máquina, sino qué uso tiene en la sociedad e industria española. Hay políticos que no creen en el modelo de sostenibilidad porque hay que invertir en actualizar el superordenador que tienen desde hace siete años. Como los investigadores no hablan el lenguaje político, ni los políticos, el científico, hay un gap tremendo. Existe tecnología pero hay que saber trasladar el uso que proporciona”, declaraba.

“Pero, la pregunta no debe ser cuánto me cuesta innovar, sino cuánto me costará el no haber invertido en innovación”, concluía Esther de Nicolás.

Mateo Valero, director de Barcelona Supercomputing Center (BSC)

# "La High Performance Computing nos ayuda a ser competitivos en ciencia e innovación"

El Centro de Supercomputación de Barcelona tiene el objetivo de impulsar el uso de la supercomputación, la e-ciencia a través del High Performance Compu-

ting y ayudar a la innovación dentro de las empresas. Mateo Valero, también responsable de la coordinación de la Red Española de Supercomputación (RES),

está convencido del peso que nuestro país tiene en este ámbito, como ilustra el hecho de que sea BSC quien lidere el proyecto europeo Montblanc.



R. CONTRERAS

## ¿Puede ilustrarnos sobre cuál es el estado actual de la supercomputación en España?

Cumplidos los cinco años de funcionamiento de la RES (Red Española de Supercomputación), creo que ya podemos decir que la red pública de supercomputación se encuentra en un estado de madurez considerable.

Nuestros científicos se han habituado a utilizar la supercomputación con la misma asiduidad que lo utilizan sus colegas europeos. Esto nos

permite ser competitivos en ciencia e innovación, y nos obliga a continuar apostando por la supercomputación para continuar siéndolo.

## ¿Cuáles son los objetivos de BSC y cuál es su aportación al ámbito científico y universitario?

Tenemos un triple objetivo: impulsar la supercomputación; realizar y fomentar la investigación a través de la HPC (lo que ya se conoce como e-ciencia), y contribuir al desarrollo de la innovación en las empresas, ofreciendo nuestros servicios y nuestra experiencia en el uso de esta tecnología.

## ¿De qué manera se reflejan los logros de la supercomputación en el día a día de las empresas y de los usuarios de tecnología?

Hay un amplio abanico de empresas que se pueden beneficiar de la supercomputación, desde ingenierías que desean hacer simulaciones durante sus pruebas de diseño -con importantes ahorros de tiempo y costes-, a empresas de servicios que manejan grandes cantidades de datos.

Una de nuestras colaboraciones más emblemáticas con la empresa privada ha sido la de Repsol, para quien hemos

desarrollado un sistema de análisis de fondos marinos, que les está siendo de gran utilidad en sus prospecciones para encontrar petróleo. Y también estamos trabajando con Iberdrola, para ayudarles a definir cuál es la colocación óptima de los molinos de viento en parques eólicos.

## Mare Nostrum es el baluarte de su organización, ¿cuáles son sus principales funciones y de qué manera interactúa con MinoTauro, su otro gran referente computacional?

Son dos máquinas de arquitecturas y prestaciones diferentes, que se complementan muy bien en cuanto al grado de eficiencia que ofrecen para diferentes tipos de cálculos y aplicaciones, pero que comparten un mismo objetivo: dar servicio a los usuarios que necesitan de la supercomputación para sus investigaciones.

## BSC cerró un acuerdo con Intel para establecer un laboratorio de I+D sobre supercomputación. ¿Qué avances han obtenido en este sentido?

El centro se creó en noviembre y por parte del BSC lo dirige personalmente el director del departamento de Ciencias de la Computación, Jesús Labarta, que es uno de los investigadores más respetados a nivel internacional en su disciplina.

La finalidad del centro es la investigación conjunta con miras al reto del Exaescala, es decir, los futuros supercomputadores de Exaflops, mil veces más potentes que las máquinas más rápidas instaladas ahora mismo en Europa.

La colaboración se basa en las tecnologías que desarrolla el BSC, en las áreas de programación y de análisis de prestaciones (OmpSs y BSC tools, principalmente), con el

objetivo de estudiar cómo pueden ayudar a mejorar el rendimiento de las infraestructuras Exaescala.

## ¿Y en relación con la alianza con ARM en el marco del proyecto Montblanc?

El proyecto Montblanc -que nace desde PRACE (Partnership for Advanced Computer in Europe)- consiste en experimentar con la posibilidad de crear arquitecturas de supercomputación basadas en componentes de bajo consumo, en este caso los que fabrica ARM para smartphones y tablets. Es todo un reto, porque son componentes menos estables que requieren un esfuerzo extraordinario de programación, y porque supondría la construcción de un supercomputador basado en tecnología europea.

## BSC es el coordinador de la Red Española de Supercomputación (RES). ¿Cómo está organizada esta red y qué conquistas puede reseñar?

Actualmente la RES ya dispone de diez nodos, situados en Barcelona, Canarias, Madrid, Málaga, Santander, Valencia y Zaragoza. El principal logro de la RES es ser un instrumento al servicio de la investigación científica. En cinco años, cerca de 2.000 proyectos han pasado por sus instalaciones, después de un cuidadoso proceso de selección y análisis del Comité de Acceso a la RES, que está formado por cuarenta científicos de alto nivel y diferentes disciplinas.

## ¿Cuáles son a día de hoy los principales servicios que presta la RES y cuál es la planificación establecida de cara a su extensión?

El principal servicio es sin duda el acceso a la supercomputa-

ción, pero no sería posible sin otros servicios complementarios, como la formación a científicos de diferentes disciplinas. Es por ello que cada año organizamos encuentros anuales, seminarios científicos, jornadas de formación técnica y otras acciones divulgativas, para acercar la HPC a los investigadores.

En cuanto a la extensión de la red, en 2011 hubo avances, como la instalación del MinoTauro y la actualización del Magerit. En 2012 están previstas actuaciones en el Slender y el Marenostrum.

## En último término, ¿están prosperando los intentos de la UE de potenciar la supercomputación europea? ¿Estamos muy rezagados en relación con Asia y Estados Unidos?

Desde 2012, PRACE da servicio a los mejores investigadores de la UE para poder ser competitivos con Asia y los Estados Unidos. Unos 70 proyectos de grandes dimensiones y de distintas áreas de la ciencia, han tenido acceso a los mayores computadores de Europa. De estos proyectos, ocho están liderados por científicos españoles. La capacidad europea de supercomputación para uso científico ya se está equiparando a la de los Estados Unidos y estamos muy por encima de Asia, donde el uso de computación para la ciencia es menor.

## ¿Qué papel juega España dentro de la estrategia europea de supercomputación?

En investigación, estamos en una posición de liderazgo, gracias a proyectos como el Montblanc. En cuanto a servicios, estamos en una buena posición, ya que somos uno de los hosting partners de PRACE, pero necesitamos seguir impulsando nuestras instalaciones.

Bull representa la gran baza europea en el ámbito de la High Performance Computing

# La Importancia de la Supercomputación en la Vida de los Ciudadanos



● En los últimos 30 años, la computación ha jugado un papel cada vez más importante en nuestras vidas. El desarrollo del PC, la aparición de Internet, la informática móvil, ... Todo esto ha ocurrido a un ritmo muy rápido y con una tasa de cambio muy elevada. Todos los ciudadanos son conscientes, en mayor o menor medida, de estos avances.

## ¿Qué ha pasado con el mercado de la supercomputación?

En junio de 1993, la supercomputadora más potente del Mundo tenía una potencia de 60 GigaFLOPs. En noviembre de 2011, tenía una potencia de 10 PetaFLOPs, un incremento de potencia de unas 170 mil veces. Podemos observar que la potencia de un portátil de hoy en día es muy similar al de la supercomputadora del año 1993, pero que la potencia de las supercomputadoras ha aumentado de forma mucho más radical que en el caso de los portátiles. Esto nos demuestra que aunque no sea algo tan visible, la supercomputación ha tenido una importancia mucho mayor de la que nos imaginamos. La supercomputación ha tenido y tiene más repercusión en nuestras vidas de lo que nos podemos imaginar y de lo que

puede suponer la evolución en los dispositivos de consumo como es un portátil. Entonces la pregunta que nos debemos formular es ¿por qué ha tenido tanto crecimiento e importancia la supercomputación y por qué no se percibe?

La supercomputación es una rama de la informática que se dedica a dar respuesta a las grandes necesidades de cómputo de los centros de investigación, laboratorios y Universidades, tanto públicos como privados. La supercomputación se utiliza para el diseño de productos tan comunes como coches, pañales y bañadores como para el diseño de productos tan poco frecuentes como son armas nucleares o transbordadores espaciales, pasando por el diseño de vacunas, estudios filogenéticos de los seres vivos, detección de fraudes, creación de efectos especiales de la última superproducción cinematográfica, predicción del valor de las acciones de una empresa o pronóstico del tiempo. Como se puede ver, la supercomputación está presente en nuestras vidas a diario y lo estará cada vez más.

Por esta razón, invertir en supercomputación debería ser una de las grandes prioridades, tanto de empresas como

de gobiernos. Quedarse atrás en la supercomputación supone correr el riesgo de no poder competir con otras empresas o países en innovación y desarrollo, en mejora del bienestar y de la salud pública, en nuevas carreras y formación de especialistas, en creación de nuevos puestos de trabajo. Supone correr el riesgo de sufrir la temida "fuga de cerebros" a otros países o empresas que sí invierten en supercomputación.

Es importante tener en cuenta que se va a producir un gran salto en el mundo de la supercomputación en los próximos 8 a 10 años. Se va a pasar de la era del PetaFLOP a la era del ExaFLOP, se va a multiplicar por 1000 una vez más la capacidad y potencia de cálculo de las supercomputadoras. Este hecho supone mucho más que un mero aumento del número de procesadores o un mero aumento del número de nodos de cómputo. El cambio va a ser tan radical que va a afectar todo lo que comprende el entorno de supercomputación, desde el número de procesadores y su tipo hasta el tipo de redes que se usarán, pasando por tener que reescribir muchas (si no son todas) las aplicaciones, sin olvidarnos de los sistemas de refrigeración y

de consumo eléctrico, incluso van a tener que aparecer nuevas especialidades en las Universidades. Va a ser un cambio tan radical que los propios países han decidido incluir el paso de PetaFLOP a ExaFLOP como una prioridad, apareciendo proyectos como PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) en Europa. La misión de PRACE es poder producir un elevado impacto en los descubrimientos científicos y de ingeniería a nivel europeo para mejorar la competitividad europea. Para conseguir esto, se utilizará la supercomputación como herramienta para las nuevas investigaciones y diseños.

Por esta misma razón, Bull se ha convertido en la empresa europea líder en supercomputación creando más de 600 puestos de trabajo dedicados exclusivamente a supercomputación y basando su I+D en el área de supercomputación. Pero, Bull no se queda sólo en innovar y crear nuevos puestos de trabajo sino que invierte en la creación de grupos que comparten intereses en el desarrollo de soluciones para la alta computación. Por ejemplo, Bull es miembro fundador de la asociación Ter@tec que reúne 49 organizaciones procedentes de la

investigación, industria y TI y que facilita la cooperación, comunicación y acceso a las TI y las competencias más avanzadas en el campo de la supercomputación.

Esta inversión en innovación y creación de puestos de trabajo ha permitido que Bull diseñe e instale las dos supercomputadoras más potentes de Europa:

**Tera 100:** supercomputadora del Departamento de Aplicaciones Militares (DAM) de la Autoridad Francesa de Energía Atómica (CEA) para el Programa de Simulación de Armas Nucleares. Ha sido diseñada para poder correr una amplia gama de aplicaciones por lo que difiere con otras supercomputadoras específicas para determinados procesos. Hay que sumar su elevada fiabilidad y disponibilidad, permitiendo una operatividad 24 horas al día 7 días a la semana gracias a sus 4,370 servidores bullx S con 17,480 procesadores Intel® Xeon® 7500, 300 TB de memoria RAM y 20 petabytes (PB) de almacenamiento que ofrecen GB/s de ancho de banda.

**Curie:** se ha instalado en GENCI, una empresa creada para asegurar que Francia consigue el mayor nivel en supercomputación. Su potencia

de cómputo es de 2 PetaFLOPs, permitiendo reafirmar la dedicación de Francia a la supercomputación y la innovación. En este caso, se ha diseñado en torno al procesador Intel® Xeon® E5 con más de 92,000 cores.

**Helios:** una supercomputadora instalada en Japón, en el International Fusion Energy Research Center. Permite la simulación y modelado más avanzado en el campo de plasmas y fusión controlada gracias a los 1.5 PetaFLOPs de potencia de cómputo que le dan los 4410 nodos bullx B510 (70,560 cores Intel® Xeon® E5), 36 nodos bullx S y 38 nodos bullx R que lo componen. A esto hay que sumar los 32 nodos bullx R de pre y post-procesado y visualización.

En España, Bull ha implantado en el Barcelona Supercomputing Center (BSC), la supercomputadora más potente de nuestro país que es, además, la más eficiente energéticamente de Europa. Comparada con Mare Nostrum - hasta entonces la más potente de España - es dos veces más potente, ocupa 13 veces menos espacio y consume 7 veces menos energía. Por otra parte, Bull España está inmersa en el proyecto Montblanc junto al BSC cuyas metas son:

- Desarrollar un prototipo de supercomputadora muy eficiente energéticamente basada en tecnología embebida.
- Diseñar una supercomputadora exascale basándose en el prototipo mencionado anteriormente.
- Desarrollar un portfolio de aplicaciones exascale que corran en esta nueva generación de supercomputadoras.
- El resultado será una supercomputadora que definirá los nuevos y futuros estándares HPC de la era Exascale y que consumirá entre 15 y 30 veces menos energía.

En el proyecto participan Bull, Indra, iProcuratio Consultores de Dirección, Gem Biosoft y VeraTech for Health

# FuturClinic, hacia la medicina genómica

Un secuenciador genómico en los box de los hospitales y un sistema de BBDD distribuidas que permita a los profesionales clínicos la consulta de los bio-

marcadores de los pacientes para afinar en el diagnóstico y acertar con el mejor tratamiento. La genómica está llamada a transformar el futuro de la

medicina y el proyecto FuturClinic, impulsado por el Centro de Investigación Príncipe Felipe (CIPF), pretende que España abandere esa evolución.

LOLA SÁNCHEZ

● Con un nivel de autofinanciación cercano al 80%, Bioinformática y Genómica es uno de los campos de investigación del Centro de Investigación Príncipe Felipe (CIPF) de Valencia que se ha visto menos afectado por las drásticas medidas de recorte tomadas por la Comunidad Valenciana en materia de investigación, de desarrollo e innovación. De hecho, la Consejería de Sanidad ha convertido al CIPF en Plataforma para la Investigación Biomédica y de Innovación Tecnología (PIBIT).

Es en ese entorno en el que se enmarca FuturClinic, un proyecto impulsado por el Departamento de Bioinformática y Genómica del CIPF que cuenta con el apoyo de las Consejerías de Sanidad (Agencia Valenciana de Salud) e Industria de la Comunidad Valenciana y la colaboración del Instituto de Medicina Genómica, la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y las empresas Bull, Indra, iProcuratio Consultores de Dirección, Gem Biosoft y VeraTech for Health. La iniciativa cuenta con una inversión de 381.807 euros y está subvencionada -269.872 euros- por la Generalitat de Valencia y la Unión Europea (UE) a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

El objetivo principal de FuturClinic, explica el director del Departamento de Bioinformática y Genómica del CIPF y director científico del proyecto, Joaquín Dopazo, "consiste en la preparación del escenario para la introducción de la secuenciación personalizada del genoma en la práctica clínica mediante su incorporación al historial clínico electrónico del paciente".

La medicina genómica personalizada, que está dando sus primeros pasos fundamentalmente en EEUU y en el campo específico del cáncer, exige

lógicamente un enorme trabajo de análisis bioinformático. El reto no es baladí e implica la resolución de determinados problemas relacionados con el propio procesamiento de los datos de secuenciación y la utilización del genoma para buscar biomarcadores, es decir, variantes genéticas, posiciones del ADN que han cambiado y que se han demostrado asociadas a un determinado pronóstico o tratamiento.

Para alcanzar el objetivo final es necesario asimismo superar distintos desafíos, incluyendo el propio procesamiento de los datos de secuenciación, la presentación de los datos genómicos relevantes a los profesionales clínicos y el almacenamiento de dichos datos y su integración en los sistemas informáticos corporativos del sistema de salud, como Orion Clinic y Abucasis en el caso de la Comunidad Valenciana.

## Biomarcadores, la clave

El proyecto FuturClinic se organiza en tres fases. Mientras que la primera se centra en la mejora del rendimiento de los procesos de análisis primario de datos genómicos, la segunda fase se relaciona con los procesos de toma de decisiones basadas en estos datos. "La primera fase comenzó a finales de 2011, ya está bastante avanzada y podría estar finalizada después del verano, de manera que de cara a octubre dispondríamos del primer prototipo de una herramienta para llevar a cabo un procesamiento extremadamente rápido", señala Dopazo.

Se trata de un trabajo con una enorme carga computacional. No en vano y como indica Dopazo, "la parte del genoma que consideramos interesante y que corresponde a un 5% del genoma total implica el procesamiento por paciente de 300 Gb de datos primarios, un volumen al que hay que sumar la parte relevante de estos que hay que



conservar (alrededor de 10 Gb) y que, en el caso de un paciente en seguimiento, supone multiplicar ese volumen de datos por cada lectura que se realice".

Para procesar toda esa información el equipo que dirige Dopazo, formado por una decena de personas entre in-

vestigadores del CIPF y la UPV, y profesionales de Bull e Indra, está haciendo uso de tecnología de supercomputación de Bull. Se trata, en concreto, de dos nodos con 2 procesadores Intel Xeon E5645 a 2,4 Gb hexacore, 2 procesadores Nvidia Tesla M2090, sumando 48 Gb RAM y 256 SSD para almacenamiento. El nodo de administración incorpora dos Intel Xeon E5645 a 2,4 Gb hexacore y suma 24 Gb de RAM y 12 Tb de disco.

Para reducir los tiempos de proceso se ha apostado por diferentes técnicas. "Estamos acelerando el procesamiento con el uso de GPU, el uso de los registros de los procesadores y el uso de múltiples cores".

En paralelo a esta primera fase y aplicando técnicas de decisión basadas en conceptos de

ellas son neutrales"; los resultados de este análisis pueden ser determinantes a la hora de salvar vidas. "El análisis genómico", subraya Dopazo, "permite asociar pacientes a terapias desde el primer momento, ahorrando tiempo, costes y sufrimientos innecesarios, incrementando además la tasa de éxito de los tratamientos".

## Genómica y eSalud

A más largo plazo, la tercera fase de FuturClinic pivota sobre el encaje de toda esta información en los sistemas corporativos de la historia electrónica de salud. De esta forma y como indica Dopazo, "cuando en el futuro la solución se abarate y sea rutinaria, tendríamos ya preparado el sistema para introducir estos valiosos datos".

Además de definir exactamente la información que se presentará a los profesionales clínicos a fin de apoyarles en el diagnóstico y establecimiento de tratamientos, este avance exige determinar la forma de integración con los sistemas clínicos existentes. Dopazo es

optimista y no descarta que "en un plazo inferior a dos años la medicina genómica se habrá introducido en algunas áreas, como oncología".

## Puntos claves

● El proyecto FuturClinic persigue preparar el escenario para la introducción de la secuenciación personalizada del genoma en la práctica clínica.

● En el marco de FuturClinic, que cuenta con la participación de Bull e Indra, se está haciendo uso de tecnología de supercomputación de Bull y se ha apostado por el uso de GPU para acelerar el procesamiento.

● FuturClinic tiene tres fases: la primera se centra en mejorar el rendimiento de los procesos de análisis de datos genómicos, la segunda se relaciona con la toma de decisiones y la tercera con el encaje de la genómica en la Historia Clínica Digital.

*"El análisis genómico permite asociar pacientes a terapias desde el primer momento"*