



Mateo Valero Cortés

Ingeniero experto en supercomputación

“HAY QUE PRODUCIR CONOCIMIENTO,
PERO TAMBIÉN IDEAS QUE SIRVAN A LAS EMPRESAS”

A simple vista, nadie diría que Mateo Valero (1952, Alfamen, Zaragoza), ingeniero de telecomunicaciones y catedrático en el departamento de Arquitectura de Computadores en la Universidad Politécnica de Cataluña, consta como uno de los 25 investigadores en activo más influyentes de Europa en tecnologías de la información, lo que le sitúa cerca, muy cerca, de la élite mundial. Basta con navegar un poco por su currículum y su historia personal para descubrirlo —algo que tampoco cuesta tanto— y aprovecharse de su gusto por el trato cercano para entender qué es eso de la supercomputación y por qué es tan importante para cualquier país que se precie de ser moderno. Desde 2005 dirige el Barcelona Supercomputing Center (BSC), desde donde se articula el Centro Nacional de Supercomputación y donde habita el *Mare Nostrum*, un ordenador con 10.000 procesadores que está contribuyendo activamente a transformar la ciencia que se hace en España. “Si a un investigador le das una buena herramienta hará buena ciencia”, dice parafraseando a Santiago Ramón y Cajal y su interés por disponer siempre del mejor microscopio posible.

Texto: Xavier Pujol Gebellí. Fotos: Vicens Giménez

Ya han pasado cinco años desde la inauguración del BSC. ¿Cómo lo ve ahora? ¿Aporta lo que se anunció que aportaría? Siempre he pensado que la investigación es uno de los motores que tiene un país para producir riqueza. Hay otros, obviamente, pero este es fundamental. Sin ideas no hay empresas; sin empresas que produzcan no hay competitividad, y si no vendemos nada, no hay dinero.

¿Y qué es el BSC en esta cadena casi trófica? Para que surjan las ideas que, finalmente, se transformarán en dinero se precisa investigación. Para ello hay que crear un ecosistema del que participan las instituciones públicas, los Gobiernos, las empresas y también los centros de investigación. El BSC es parte de ese ecosistema.

No me ha contestado a la primera pregunta. En el BSC tenemos una máquina muy grande [el superordenador *Mare Nostrum*, con 10.000 procesadores conectados en paralelo]. Para muchos investigadores esto significa que tienen un *juguete* que antes no tenían, una herramienta con la cual pueden hacer unas

investigaciones con las que antes ni habrían soñado. Investigadores con proyectos, capacidad y talento, siempre los ha habido, pero antes del BSC lo que no había era suficiente potencia de cálculo, por lo que muchas investigaciones resultaban imposibles. Y, claro está, si das una herramienta mejor es posible hacer mejor investigación. En cinco años el BSC ha participado en unos 1.500 proyectos de investigación, muchos de los cuales se han publicado en las mejores revistas. Es lo que decía [Santiago] Ramón y Cajal, que se gastaba todo el dinero en el mejor microscopio posible. Sin buenas herramientas, sin buenas infraestructuras, es muy difícil hacer ciencia avanzada. Pasa en biología, en astrofísica y en cualquier otra rama del saber. El BSC y el *Mare Nostrum* aspiran a ser esa herramienta.

Una herramienta que no es solo una máquina instalada en una capilla. Desde ahí se prestan servicios a toda una comunidad que poco tienen que ver con el alquiler de CPU [horas de supercomputador]. En esencia, podríamos decir que el BSC tiene como dos facetas. Una de ellas es que desde Barcelona se articula el Centro Nacional de Supercomputación a través

de una conexión en red por distintos centros repartidos por toda España. La segunda es que somos un centro de investigación que nació con un presupuesto para algo más de 60 personas y ahora mismo ya estamos en 325. De ellos, 250 son investigadores.

¿Para cuánta ciencia? Nuestra actividad incluye cuatro ramas de la ciencia: computación, aplicaciones, clima y, lógicamente, biomedicina. En definitiva, cuatro grandes grupos que investigan pero que tratan de ir más allá de producir buenos artículos en revistas y congresos. Si se tratara de eso, acabaríamos siendo un centro de investigación que trabaja gratis para las multinacionales. Cualquier empresa se puede apropiarse de tus resultados de investigación y, con variantes más o menos sofisticadas, acabar haciendo lo mismo a coste prácticamente cero

“PODEMOS INSPIRARNOS EN LA NATURALEZA E INCLUSO IMITARLA OCASIONALMENTE, PERO NO ES PRECISO REPLICARLA. UN ORDENADOR INTELIGENTE, SI LLEGA, NO FORZOSAMENTE DEBERÍA FUNCIONAR COMO UN CEREBRO”

¿Qué significa ir más allá? Hay que producir conocimiento, pero también ideas que sirvan a las empresas, que les sean útiles. En nuestro caso, el 40% de nuestro presupuesto surge de colaboraciones con el sector privado. Hemos firmado por más de un millón de euros anuales con IBM y Repsol, por ejemplo, además de varios contratos cercanos al medio millón de euros para desarrollar proyectos con otras compañías. Hemos colaborado con Intel, con Microsoft, con Endesa, con grandes instituciones. Por otra parte, otro 30% del presupuesto procede de proyectos europeos, con lo que somos el tercer centro español que más retorno obtiene de Europa por detrás del CSIC y el Instituto de Salud Carlos III. Partners y proyectos españoles aportan el 20% y el 10% restante, respectivamente.

En términos objetivos, eso es un caso de éxito. ¿Cuál es la clave? Creo, sinceramente, que una gran parte de nuestro éxito es que producimos buenas ideas que atraen a las empresas, algunas de ellas multinacionales reconocidas en todo el mundo. Una forma de medir ese éxito, además de las colaboraciones, es el potencial de atracción de talento. En el BSC se reúnen ahora mismo un centenar de investigadores de 28 países. Eso significa que Barcelona está en el mapa mundial de la supercomputación y de la arquitectura de computadores.

¿Es replicable ese modelo a otros centros españoles? Hay muchos centros en España como el nuestro, con características y virtudes similares. Nuestro problema es que no sabemos transmitir a la sociedad que con el dinero que nos dan obtenemos un retorno, que generamos riqueza. Y siendo así, me cuesta entender que en tiempos de crisis como el actual no se poten-

cie nuestra actividad. Otros países, como Alemania, así lo han hecho. Nada más constatar la crisis pactaron incrementar sus presupuestos de investigación. Aquí los recortamos o congelamos. Da un poco de pena pensar que si hubiera un centenar de BSC, centros con su filosofía y potencia para codearse con los mejores, podríamos ser una potencia en investigación. Y de ahí saldría el resto.

¿Cuesta tanto poner en marcha ese centenar de BSC que reclama? No, no cuesta. Hay mucha gente con ilusión, con capacidad y talento que podrían hacer esa labor si se les diera la oportunidad. La base, como en la vida, es trabajo y ética. No hay más.

El caso es que las oportunidades son las que son, más bien pocas. ¿Le genera eso sensación de ser como una isla o un oasis en medio del desierto? La percepción que más abunda, desgraciadamente, es la de envidia. Cuando se vuela bajo, cuando no se destaca, no ocurre nada; pero en cuanto vuelas alto te disparan de todas partes. Siempre he pensado que la competencia es buena, pero no la réplica sin más. El Gobierno español, junto con algunas comunidades autónomas, ha hecho una política desastrosa en este sentido. Se han comprado máquinas, supercomputadores, que ni se usan ni se van a usar, con el despilfarro que eso supone. Pienso que lo ideal habría sido potenciar lo que se tiene y darle alas. Hoy por hoy, somos de las pocas grandes instalaciones españolas que constan en Europa. Además, desde aquí se articula el Centro Nacional de Supercomputación, con centros operativos conectados en red por toda España. ¿Por qué no potenciar esa idea en lugar de distraer recursos? Cuesta de entender desde la mentalidad de un científico.

Ese tipo de quejas, en las que sobresale la falta de visión, son recurrentes en el tiempo entre los miembros de la comunidad científica. ¿No le cansan? España necesita producir riqueza, ideas. En Cataluña se está creando ahora mismo un ecosistema en el que domina el sector *bio* con diferencia, seguido por las TIC. En *bio* lo único que falta es encontrar la manera de atraer a las grandes empresas. La fórmula está más que escrita, pero cada ministro, cada secretario de Estado, viene con su librito e intenta empezar de cero una y otra vez. Te acabas convirtiendo en un superviviente al ir y venir de tantos políticos.

Pese a ello, el BSC ya ha logrado visibilidad internacional. ¿Qué pasos son los siguientes? Nuestras colaboraciones con empresas internacionales y las peticiones de estudiantes y *postdocs* para venirse nos dan fe de ello, somos, efectivamente, un punto gordo en el mapa de la supercomputación mundial. ¿Por hacer? Cambiar el ordenador, cambiarnos de edificio, aumentar las colaboraciones, seguir investigando en áreas punta... Si mantenemos la línea y hacemos esos cambios, seríamos un centro potentísimo. La máquina nueva tiene un presupuesto de 16 millones de euros que, en parte, se destinaría a prestar servicio a toda España.

¿Hasta dónde nos llevaría esa máquina? Nos daría una enorme potencia, pero no nos situaría en el *top 20* de las máquinas más rápidas del mundo. Los superordenadores tienen que

ejecutar un programa (sistema de ecuaciones) con el que se mide su velocidad. Pero sí entre las 30. En todo caso, ser el más rápido no significa ser el mejor.

¿Se puede estar entre los mejores no siendo tan rápido?

Ser muy rápido, con la tecnología actual, acaba siendo una cosa tan simple como conectar más y más procesadores. El problema es que hay que darle un *software* adecuado para investigar o ejecutar aplicaciones. Ahí es donde hay trabajo de verdad.

Y ahí es donde el BSC se siente fuerte. Es que en los últimos años han cambiado muchas cosas. Por ejemplo, cuando abrimos el centro apostamos por ser el primer supercomputador construido con tecnología común y basado en Linux. Conectamos 10.000 procesadores similares a los de cualquier ordenador. Eso supuso un enorme avance en este campo que luego han seguido otros centros y que todavía se mantiene.

¿Por qué ese cambio? Hasta hace cinco o seis años se cumplía escrupulosamente la Ley de Moore, cada 18 meses se duplicaba el número de transistores por unidad de espacio. Y sacábamos, en consecuencia, procesadores el doble de rápidos. Al ir más rápido, aumentaba la frecuencia y, con ella, la actividad. Por tanto, se generaba más calor. Sabemos quitar el calor pero es extraordinariamente costoso. Dados los costes, a partir de un momento concreto se decidió que ya no se iban a hacer procesadores más rápidos, sino que se iban a replicar en un sistema. La potencia sigue multiplicándose por dos, pero ya no es en un solo procesador. Lo que ocurre ahora es que para sacarle rendimiento hay que generar nuevo *software* que corra en paralelo.

O sea, que para correr más, hay que meterle más procesadores en lugar de mejorar los existentes. Eso es. Los procesadores se siguen mejorando, pero en supercomputación esa es la fórmula válida. Ahora ya hay sistemas con más de 300.000 procesadores y los va a haber mayores. Nosotros mismos estamos participando en la iniciativa de una máquina Hexaflop, capaz de realizar ni más ni menos que 10^{18} operaciones por segundo. Algo así como 300 veces más rápido que la máquina más rápida del momento. En esa máquina creemos que va a haber entre uno y dos millones de procesadores trabajando en paralelo.

Ha cambiado la forma de hacer supercomputadores, pues. Mucho. Y eso complica la programación ya que tienes que generar programas independientes para millones de procesadores; pero también se complica la fiabilidad o el balanceo de carga. Y, sobre todo, cómo gestionas el consumo de energía, uno de nuestros talones de Aquiles. El superordenador más rápido del mundo consume unos 10 megavatios anuales entre su alimentación y los sistemas de disipación de calor. Y 100 computadores de este tipo se comerían literalmente la central nuclear de Vandellòs, que produce un gigavatio. A eso hay que sumarle los costes: un megavatio cuesta un millón de euros. La factura eléctrica del BSC asciende a 1,3 millones de euros anuales. Eso significa que desde hace un par de años el coste de la energía eléctrica es mayor que el coste de operación del superordenador.

MUY PERSONAL



¿Satisfecho?

Sí, porque seguimos ahí y están pasando muchas cosas muy interesantes. Hay que inventar nuevas matemáticas, nuevas formas de programar, nuevas arquitecturas, nuevas aplicaciones. Pero nos faltan informáticos.

Cuesta de creer.

Pasa a nivel mundial. Cuantos más se necesitan, menos tenemos. Todos quieren ser economistas o abogados, pero pocos ingenieros informáticos o en telecomunicaciones.

Pues habrá que cubrir huecos.

Eso hacemos, pero en mi caso me está matando mi investigación. Viajes, reuniones, gestión... Ya no me queda tiempo para leer, apenas para estar al día. En España nos falta el perfil del gestor de la investigación. Y que el Gobierno entienda que no nos podemos pasar la vida sobreviviendo a ministros y a secretarios de Estado. Necesitamos estabilidad. Con tanto cambio se pierde gran cantidad de tiempo, ilusiones, ideas, iniciativas y dinero.

¿Qué les recomendaría?

Algo fácil. La gente tiene que tener recursos para poder explotar su talento. Si a Fernando Alonso no le das un buen coche, nunca será campeón del mundo.

Otros, con mucho menos brillan mucho más.

Si me hubiera ido a Estados Unidos tal vez habría brillado de verdad y sería millonario. Pero no lo cambio. Hemos conseguido mucho. Y, además, está la gente, el estilo de vida. Eso también tiene un valor. No lo cambio por nada.

Déme un ejemplo de su día a día.

Cuando me levanto hago algo de bicicleta estática porque estoy gordo; oigo mis rancheras, de las que soy un enamorado; salgo a la calle, compro el periódico y me voy al bar a desayunar y a charlar con alguien.

¿Y luego?

Si no ando de viaje, me meto en mi despacho. Aquí veo a mucha gente, me gusta el trato humano. Luego está el teléfono, las reuniones, las comidas... Mucha burocracia. Cuando puedo leo, aunque sea desordenadamente, y muy de vez en cuando escribo algo. Y para investigar ya no me queda tiempo.

¿Y para la familia?

Procuro estar tan cerca como puedo. Siempre que puedo me escapo a mi pueblo, Alfamen. Y mi debilidad es el Barça. Por lo demás, me encanta leer, tomarme una cerveza con los amigos del barrio los sábados. Me gusta la gente. Soy de los que piensan que la vida son cuatro días y que no merece la pena amargarlos.

Es de suponer que estos costes estarán justificados por el provecho que se les saca. Sobradamente. Tanto en investigación como en aplicaciones. Hay muchísimas áreas de estudio que necesitan una enorme potencia de cálculo. Por ejemplo, para entender el funcionamiento del cerebro [el superordenador *Blue Brain*, en Suiza, está focalizado a la modelización de una columna neuronal], el plegamiento de proteínas [área considerada central en biomedicina], el proceso de cambio climático o aplicaciones industriales en aeronáutica, geología (pozos petrolíferos) u otros ámbitos.

Esa debe ser la gran liga de la supercomputación. ¿Qué papel desempeña ahí el BSC? Uno de nuestros puntos fuertes es el *Science Computing*, en la que trabajan unos 130 investigadores. Entre ellos, especialistas en programación, *hardware*, arquitectura, desarrollo de aplicaciones, bases de datos, *cloud computing*... Cubrimos muchos frentes desde hace muchos años.

¿Mejor ser multidisciplinar que muy especializado? Hay máquinas enormes que hacen una sola cosa; están ejecutando siempre el mismo programa. Las de compañías petroleras, por ejemplo, para ver mejor y decidir cómo y dónde perforar. O lo que hablábamos del cerebro o el plegamiento de proteínas. Pero sin aproximaciones múltiples no serían posibles otras aplicaciones o prestar un servicio a una comunidad científica diversa. Ese es nuestro papel. Por otro lado, la tecnología tira mucho, ya que evoluciona rápidamente y la elevada especialización precisa de un *software* y un *hardware* específicos. Hay que saber escoger muy bien.

Escoger, por tanto, qué áreas van a vivir un futuro en expansión. Sin lugar a dudas, todo lo que tenga que ver con *bio* va a crecer. Áreas como la secuenciación y muchas de las aplicaciones genómicas no serían posibles sin un supercomputador. Y lo más apasionante en estos momentos, además del clásico campo de búsqueda de fármacos, es el plegamiento de proteínas. Estamos hablando de una cuestión de dinámica molecular basada en la presencia de muchos átomos que interactúan entre ellos. Cada átomo, que está en movimiento, tiene que ver con los demás, por lo que es preciso prever su dirección, su velocidad y las consecuencias de su interacción. Y el siguiente, probablemente, vaya a ser el funcionamiento de una célula, un campo en el que ya se ha empezado a trabajar. Conocemos sus componentes y algo de su dinámica, pero no cómo funciona en realidad. La biología de síntesis y de sistemas está en ese campo de acción. Y claro está, ver cómo funciona, en efecto, un cerebro.

¿Servirán esos trabajos para construir un ordenador plenamente inteligente? Pues no necesariamente. Para hacer aviones no imitamos el movimiento de las aves y para hacer coches tenemos la rueda y el motor de explosión y no piernas mecánicas. Podemos inspirarnos en la naturaleza e incluso imitarla ocasionalmente, pero no es preciso replicarla. Un ordenador inteligente, si llega, no forzosamente debería funcionar como un cerebro.

Volvamos al BSC y a su actividad. Desde ahí se articula el Centro Nacional de Supercomputación. ¿Cómo accedo yo como investigador para usar el *Mare Nostrum*? Existe un comité

de acceso formado por 40 investigadores de varias disciplinas que evalúan la propuesta y deciden si se tiene acceso al supercomputador. Pero hay distintas modalidades. Hay quien ya tiene el programa listo y lo único que necesita es *correrlo*; hay quien solo necesita optimizar su propia máquina y, finalmente, hay quien necesita el programa entero, tienen una aplicación y necesitan desarrollarla. Por tanto, desde trabajar con los investigadores hasta hacerlo todo a partir de una idea. Gracias a que los procesadores ya no se quedan obsoletos, los estamos reutilizando con la ayuda de una red que está operativa en Madrid, Santander, Zaragoza, Valencia y el Instituto Astrofísico de Canarias.

“EN EL BSC SE REÚNEN AHORA MISMO UN CENTENAR DE INVESTIGADORES DE 28 PAÍSES. ESO SIGNIFICA QUE BARCELONA ESTÁ EN EL MAPA MUNDIAL DE LA SUPERCOMPUTACIÓN Y DE LA ARQUITECTURA DE COMPUTADORES”

Y si soy una empresa, ¿cómo accedo? La empresa no pasa por este proceso de selección. Con ellas se establecen contratos de colaboración para desarrollar *software* específico que luego ejecutarán en sus máquinas, o para optimizar el suyo y su máquina o para investigar aplicaciones concretas sujetas a confidencialidad. Es así como hemos trabajado con Intel, IBM, Hewlett Packard, Repsol, Iberdrola...

Colaboraciones con el mundo académico y la industria que se fundamentan en cuatro grandes líneas. Nuestro origen son las ciencias de la computación. En esa área podríamos decir que sabemos de todo. Desde programación a arquitectura pasando por desarrollo. Nuestra experiencia en este campo nos ha situado como centro en uno de los cinco primeros de Europa. La segunda es la que llamamos aplicaciones de los computadores. Ahí es donde se sitúa el grupo que ha desarrollado el *software* para Repsol, que simula las mejores condiciones para que cuando se perfore aumenten las posibilidades de encontrar petróleo. Se mandan las ondas en profundidad, rebotan y luego se capturan y procesan, de modo que aumenta la visión de lo que hay en la profundidad. Los responsables de la empresa entienden que han aumentado el 25% las posibilidades de éxito en las perforaciones. De cada ocho pinchazos aciertan uno. Teniendo en cuenta que por cada uno pagan 100 millones de euros...

También trabajamos en la optimización de molinos de viento con Iberdrola, la influencia del hielo en los aviones, *modelizamos* el comportamiento del corazón con objetivos quirúrgicos. El tercer grupo se dedica a las ciencias de la vida, con colaboraciones en busca de fármacos, interacción proteína-proteína y genómica. La última línea corresponde a estudios de cambio climático, en especial, a dispersión de contaminantes. Ahí se trabaja muy estrechamente con las Administraciones.