MATEO VALERO **Director del Barcelona Supercomputing Center**

És un home de feina a l'ombra, d'aquells que, si poden, no apareixen mai a la foto, però ha publicat més de 700 articles sobre arquitectura de computadors d'altes prestacions i ha dictat més de 500 conferències arreu del món; del 2007 al 2018 ha rebut nou premis internacionals, i altres d'estatals i nacionals.

«Avui en dia la sobirania tecnològica és essencial»

TEXT **LLUÍS BUSQUETS I GRABULOSA**

Nascut el 1952 a Alfamén (Saragossa), Mateo Valero es gradua en Enginyeria de Telecomicacions a Madrid el 1974; el 1980 es doctora a l'ETSIT de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), d'on serà professor des del 1974 i catedràtic el Departament d'Arquitectura de Computadores de la mateixa universitat des de 1983 i degà de la Facultat d'Informàtica (1984-85). Membre fundador de la Reial Acadèmia d'Eginyeria, pertany a vuit acadèmies, dues d'elles europees i dues mexicanes. Doctor Honoris Causa de les universitats de Chalmers, Belgrado, Las Palmas, Veracruz, Saragossa, Complutense de Madrid, Cantàbria, Granada i CINVESTAV de Mèxic. Parla d'esforç i ètica en la vida i recomana llegir Marcus Getriel, *El sentido del pensamiento*. Assegura que per a l'èxit d'un centre de recerca com el que dirigeix cal posar simplement en llocs concrets les persones adequades. I recordo una frase seva: «Un estudi sobre la influència del càntir en la invasió dels bàrbars deu ser molt interessant de fer, però no és el tipus d'investigació que a mi em motiva».

Com va començar? Em vaig interessar per l'arquitectura de computadors arran d'un professor que vaig tenir, Tomas Lang, i perquè era una àrea molt poc estudiada tant a Espanya com a Europa. Després vaig entrar en el món dels computadors paral·lels, perquè em va semblar que tenien molt potencial per a la nostra societat, que hi havia molt camí per endavant en tema d'innovació i de col·laboració amb l'empresa. La idea de la computació en paral·lel és molt simple: si un ordinador pot fer una determinada cosa, dos ordinadors ho han de poder fer més de pressa i quatre encara més. Aquesta ha estat sempre la meva àrea de recerca i amb els anys hem passat d'ajuntar uns quants chips a tenir, en alguns països, superordinadors formats per milions de processadors treballant conjuntament.

I d'allí, al Centre Nacional de Supercomputació, més conegut com a Barcelona Supercomputing Center (BSC). Què és, exactament? Un centre de recerca, reconegut amb el Segell d'Excel·lència Severo Ochoa, amb infraestructures científiques. Som un membre de primer nivell de la infraestructura de recerca europea PRACE, i gestionem la Red Española de Supercomptación (RES), una infraestructura Científico-Tècnica Singular (ICTS). També donem suport a la comunitat biomèdica internacional coordinant les infraestructures Elixir i INB-ISCIII, nodes informàtics amb infraestructures i personal dedicats als grans reptes de la biomedicina actual, com l'anàlisi genòmica i l'impuls de la medicina personalitzada. El BSC és un consorci públic format pel Departament d'Empesa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya (30%), el Ministeri de Ciència, Innovació i Universitats (60%) i la UPC (10%).

Quan es va crear, en quin pressupost es mou i quina plantilla té? Es va crear el 2005 a partir d'experiències d'anteriors col·laboracions entre administracions públiques i empreses privades. Actualment, el pressupost anual se situa entorn dels 42 M€, incloent-hi inversions. Pensi que som la tercera institució espanyola en termes de captació de fons per a la recerca del programa europeu H2020. D'una plantilla de 60 col·laboradors hem passat a una de més de 650, gràcies al fet d'haver sabut atreure fons competitius procedents d'empreses i institucions. Dels 650, més de 500 són personal investigador, provinents de 48 països. Ja hem instal·lat quatre versions consecutives del superordinador MareNostrum i l'estiu passat se'ns concedí la cinquena, el MareNostrum 5.

«Dels telescopis artesanals de Galileu al Sincrotró Alba els instruments científics han experimentat una gran evolució. Ara volem respondre qüestions sobre fenòmens que ja no poden observar-se a ull nu ni amb l'ajuda d'instruments òptics»

«Fa anys que treballem amb l'horitzó dels supercomputadors exaescala, que seran capaços de fer un trilió (mil bilions) d'operacions per segon»

S'organitza en departaments, amb directors a cada un d'ells? Tenim quatre grans departaments de recerca (Ciències de la Computació, Ciències de la Vida, Ciències de la Terra i Aplicacions Computacionals per a la Ciència i l'Enginyeria), un departament d'Operacions, que és el que s'encarrega de les nostres infraestructures i de donar serveis als usuaris, i un de Gerència.

Quines missions té, el BSC? Una, serveis de supercomputació per a investigadors espanyols i europeus, amb més de 1.179 milions d'hores utilitzades el 2018. Dues, Recerca i Desenvolupament en Ciències de la Computació, de la Vida, de la Terra i Enginyeria. Com a infraestructura de Serveis, MareNostrum participa en projectes externs com, per exemple, la creació del mapa estel·lar més complet de la galàxia, amb gairebé 1.700 milions d'estrelles, a partir de la missió Gaia de l'Agencia Espacial Europea. Com a centre de recerca, tenim més de 100 projectes Horizon 2020 en marxa. Tres, transferència de coneixement, de tecnologia i de comunicació. Tenim 28 patents aprovades o en procés d'aprovació. Una explicació senzilla de per a què serveixen els superordinadors: dels telescopis artesanals de Galileu al Sincrotró Alba els instruments científics han experimentat una gran evolució. Ara volem respondre qüestions sobre fenòmens que ja no poden observar-se a ull nu ni amb l'ajuda d'instruments òptics.

Què és la supercomputació? La possibilitat de realitzar experiments científics simulant *in silico* el comportament de l'objecte d'estudi. Reunir tot el saber sobre aquest objecte en una simulació informàtica i experimentar-hi, permet reduir costos, evitar patiment i fer experiments que no es podrien fer en el món real, perquè serien massa cars, massa perillosos o, simplement, impossibles. Els supercomputadors són necessaris també per fer càlculs molts grans per analitzar grans quantitats de dades, com les que proporcionen determinats instruments científics (acceleradors de partícules, grans telescopis, plataformes de seqüenciació de genomes) o la cada vegada més gran quantitat de dispositius que conformen la internet de les coses (IoT). El MareNostrum 4 pot fer més de 13,7x1015 operacions per segon de rendiment pic (té 13,7 petaflops). Val a dir que 13,7 petaflops són 13.700 bilions d'operacions per segon. I rendiment pic vol dir el seu rendiment màxim en nombre d'operacions, que no és el rendiment mitjà de la màquina.

Què vol dir preexaescala? He sentit dir que la cursa, avui, és vers l'exaescala... Els que ens movem en el món de la supercomputació fa anys que treballem amb l'horitzó dels supercomputadors exaescala, que seran capaços de fer un trilió (mil bilions) d'operacions per segon. Actualment no n'existeix cap, encara. El programa impulsat per la Comissió Europea (CE) també està fet amb aquesta perspectiva i amb la idea que els primers superordinadors exaescala europeus, que s'espera que arribin al voltant de 2023-24, estiguin construïts amb tecnologia desenvolupada a la UE. Però abans d'això, la CE ha previst una altra generació de superordinadors, els preexaescala, de la qual en formarà part el MareNostrum 5 i que té una important part destinada a desenvolupar tecnologia per als superordinadors de 2023.

Expliqui-m'ho amb mots senzills. He llegit que la sala d'ordinadors que acull el clúster Nord 3 disposa de 8 racks de MareNostrum 3, amb una ca-

LLUÍS BUSQUETS I GRABULOSA

pacitat de computació de 270 teraflops i una memòria principal de 28 terabytes i que el MareNostrum 4 ha posat en producció 3 racks de les últimes tecnologies IBM Power. Però, perdoni, soc llec. M'explico. Quan parlem de racks, també en podríem dir «armaris», o «torres». El MareNostrum 4, per exemple, està format per 48 torres. Tres d'aquestes torres o racks estan creades amb la darrera tecnologia per a supercomputadors que ha tret al mercat IBM per executar aplicacions que utilitzen la intel·ligència artificial, el Power9-V100. A la nova sala d'ordinadors hi ha diferents màquines, cadascuna d'elles amb les seves corresponents torres i racks i amb diferents capacitats de càlcul (quan es parla de flops, gigaflops, teraflops o petaflops) o d'emmagatzematge de dades (quan es parla de bytes i les seves unitats superiors).

Però he llegit que vostès estan sense espai concret... Ja hem començat la tercera i última fase del nostre edifici corporatiu, que esperem estrenar la primavera de l'any vinent. Ara estem repartits en sis diferents edificis del campus de la UPC. Quan inaugurem, quedarem distribuïts en tres edificis, però, això sí, molt propers els uns dels altres. També totes les nostres màquines estaran allà, inclòs el nou MareNostrum 5, que ja no cabrà tot a la capella on és ara i una part estarà als baixos de l'edifici nou.

De què es tracta? També he llegit que el clúster Power 9 s'ha convertit en la màquina més verda d'Europa i la vuitena del món, segons el rànquing Green 500. Això està relacionat amb l'eficiència energètica? Sí, els superordinadors es classifiquen per la seva potència de càlcul (quantes operacions poden fer en un segon) i per l'energia que gasten en fer cada operació, és a dir, per la seva eficiència energètica. I els racks que tenim, construïts amb chips IBM Power 9 i acceleradors NVIDIA V100, que són dues de les tecnologies de supercomputació més noves del mercat, són també, ara mateix, uns dels més eficients que existeixen.

«Els tractaments passaran de centrar-se en la malaltia del pacient a centrar-se en el mateix pacient en el seu conjunt»

«Al BSC, posem atenció especial en la generació de noves vocacions tecnològiques, amb una focalització d'aquest àmbit envers les noies»

Què vol dir que amb l'StarLife es disposa d'una nova infraestructura per impulsar la recerca biomèdica? StarLife és una infraestructura que hem comprat juntament amb l'Institut de Recerca Biomèdica de Barcelona (IRB) i el Centre de Regulació Genòmica (CRG), per fer-lo servir en recerca biomèdica. En els nostres projectes biomèdics (ja siguin conjunts o per separat) també fem servir el MareNostrum, però aquesta màquina té un disseny molt específic que la fa més idònia per les aplicacions que necessita la bionformàtica. Aprofito per agrair el suport econòmic de la fundació La Caixa i del Fons Feder de la Comunitat Europea a través de la Generalitat, en aquest projecte.

Em pot explicar alguns resultats que els lectors no especialistes puguem entendre? En el terreny de l'empresa li puc parlar de Repsol: vam desenvolupar un software per a ells que multiplica notablement la possibilitat de trobar carburants sota els oceans. O d'Iberdrola, a la qual ajudem a dissenyar parcs eòlics. O de SEAT: els hem ajudat a comprovar l'aerodinàmica de diferents dissenys dels seus vehicles, sense necessitat de construir prototips. En el terreny de la ciència els resultats mai són tan concrets, sempre estem parlant d'avenços pas a pas. Per exemple, hem col·laborat en la detecció dels gens relacionats amb la Leucèmia Limfàtica Crònica; hem tingut resultats en el camp de les ones gravitacionals; n'hem obtingut d'encara més interessants sobre com diferents mutacions del virus de la sida eviten els fàrmacs, etc.

Què hem d'entendre quan es diu que el Departament de Ciències de la Vida creix centrat en la medicina personalitzada? Els avenços genòmics de les dues darreres dècades, juntament amb el creixement de la capacitat computacional dels superordinadors, han obert un nou marc de possibilitats en l'atenció sanitària. Quan parlem de fer medicina personalitzada, parlem d'un canvi de concepció en la sanitat en el que, per dir-ho de manera planera, els tractaments passaran de centrar-se en la malaltia del pacient a centrar-se en el propi pacient en el seu conjunt i la medicina incorporarà més aspectes relacionats amb la predicció i la prevenció de malalties. Això serà gràcies a què, per una banda, avui en dia ja sabem que el desenvolupament de les malalties varien d'una persona a l'altra i, de l'altra, tenim capacitat per recopilar grans quantitats d'informació mèdica (historials, diagnòstics, etc...) i treure'n conclusions que ens permetran afinar molt més. El nostre departament de Ciències de la Vida treballa amb aquest objectiu i, molt especialment, en fer possible que aquest nou tipus de medicina s'implanti en la sanitat pública.

El BSC participa en les polítiques governamentals d'Intel·ligència Artificial? Aquesta és una tecnologia que té més de mig segle, però que en els darrers anys, gràcies a la creixent potència de càlcul dels ordinadors, està demostrant l'abast de les seves possibilitats. De cop, tothom s'ha adonat del seu gran potencial, tant en positiu com dels seus riscos, i ara els governs estan fent els seus plans per no quedar-nos enrere. I tant el Govern espanyol com el de la Generalitat ens han demanat que participem en l'elaboració d'aquests plans.

Dins del marc de l'European Processor Initiative, vostè fou elegit per coordinar la investigació per construir el nou accelerador europeu, de codi obert i RISC-V per democratitzar el disseny de xips? Això vol dir un altre accelerador com el de Ginebra? No té res a veure. Entenc la confusió, però en el món dels computadors, quan parlem d'accelerador parlem d'una peça molt més petita, que va integrada dins un xip i que serveix per donar-li més potència en segons quins tipus d'operacions, que tenen a veure, per exemple, amb certs tipus de càlculs, intel·ligència artificial o amb visualització. Avui en dia, els acceleradors són una peça clau per fer que els computadors continuïn essent cada vegada més ràpids. El projecte que jo coordino és per crear-ne un, que tingui tecnologia europea i oberta, a fi que Europa no hagi de dependre dels que es fabriquin en d'altres països. Avui en dia la sobirania tecnològica és essencial, perquè tot el que fem està mediatitzat d'alguna manera per tecnologia informàtica.

El seu, és un món d'homes? Al BSC, posem atenció especial en la generació de noves vocacions tecnològiques, amb una focalització d'aquest àmbit envers les noies. Un dels projectes de més èxit l'any passat és el «Som investigadores», un programa de visites que oferim a les aules de primària en el que s'explica la supercomputació i el pensament computacional a partir de diferents jocs i amanit amb la música de les Macedònia. Gràcies a aquesta iniciativa, entre d'altres, el 2018 va tornar a ser un any rècord de visites: més de 14.000 persones. Aprofito per dir que la nostra capella està oberta per a tothom i que qui vulgui la pot visitar, amb reserva prèvia. Ens agrada ensenyar-la i explicar què fem.