

ESPECIAL TECNOLOGÍA



Esta es la sala de 900 metros cuadrados que albergará al próximo supercomputador del Barcelona Supercomputing Center.

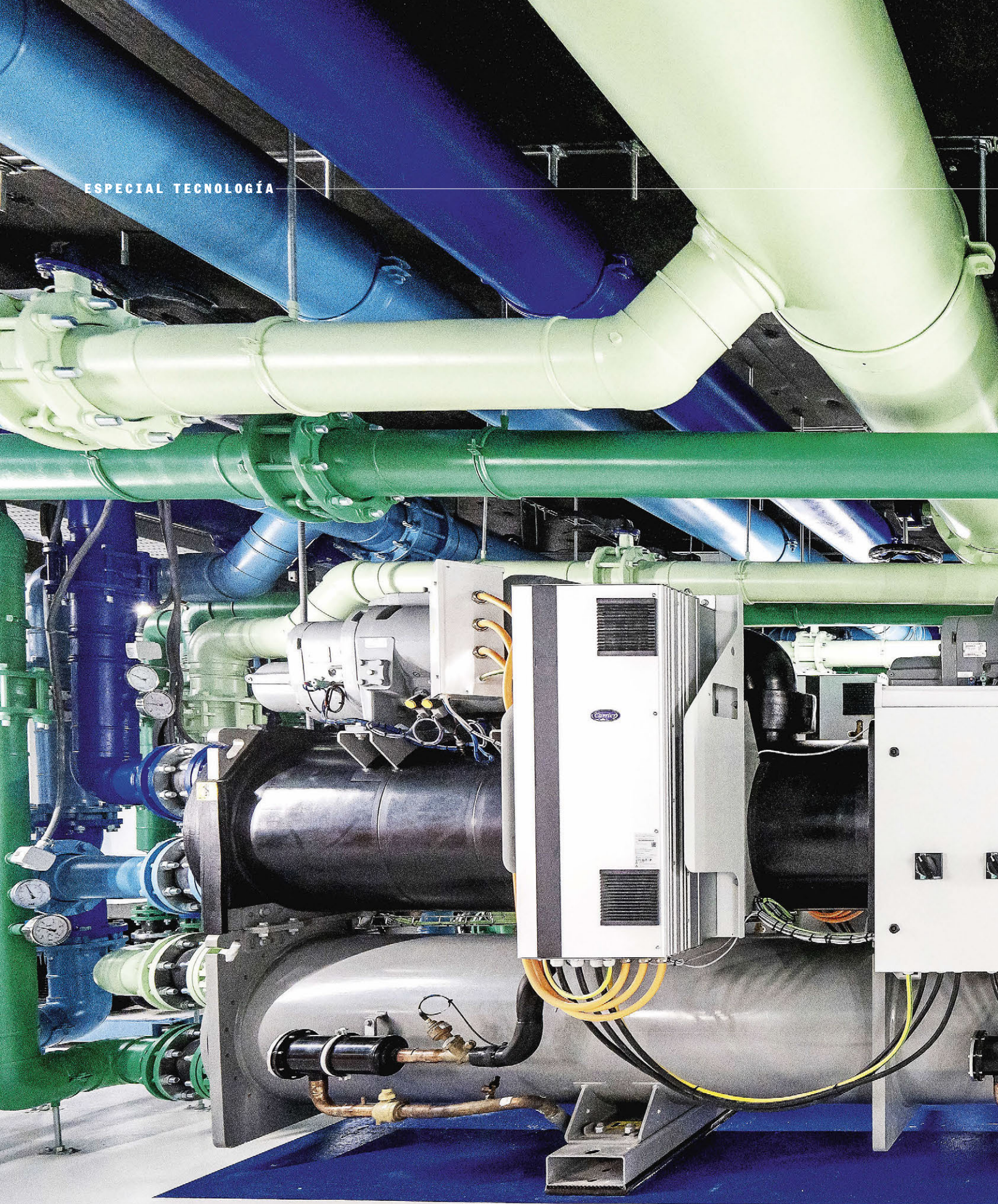
REPORTAJE

EN LA SALA DE MÁQUINAS DE LA CIENCIA

POR PABLO DE LLANO
FOTOGRAFIA DE VICENS GIMÉNEZ

La ciencia avanza rápidamente gracias a la supercomputación y a la inteligencia artificial, a la evolución de la potencia de cálculo y al desarrollo de algoritmos. Estas herramientas se retroalimentan en el Barcelona Supercomputing Center, que da otro salto de gigante con el MareNostrum 5, un ordenador con una capacidad de hasta 314.000 billones de operaciones por segundo.

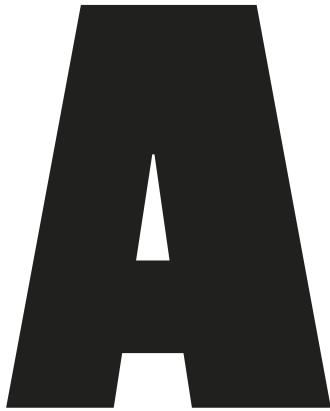
ESPECIAL TECNOLOGÍA



REPORTAJE

Un ingeniero trabaja en la sala de enfriamiento que permitirá mantener a la temperatura adecuada el superordenador MareNostrum 5.





LA CALLE DE Roger de Llúria número tal, por favor”. El taxista, de origen paquistaní, le dice la dirección a su teléfono y el teléfono lo manda a una calle de Estados Unidos. Repite la dirección. Lo manda a Asia. Lo intenta el cliente, de origen gallego, y el aparato los dirige a Roger de Llúria número tal. Al

día siguiente la anécdota sirve de ejemplo de uno de los retos que debe afrontar un sistema de inteligencia artificial ideado para que las personas hablen con las máquinas: “Tiene que ser lo suficientemente robusto para entender al hablante no nativo”, afirma Marta Villegas, en una sala del Barcelona Supercomputing Center (BSC) – Centro Nacional de Supercomputación. Es colíder de la Unidad de Minería de Texto, que se dedica a la tecnología del lenguaje. El año pasado pusieron en marcha el proyecto MarIA, el primer modelo masivo de inteligencia artificial de la lengua española de acceso abierto, alimentado con una base de datos —provista por la Biblioteca Nacional— con 135.000 millones de palabras. “Nuestro cometido es obtener datos suficientes y entrenar modelos que sirvan como infraestructura base para que la industria cree aplicaciones”, explica. MarIA está a disposición de científicos y empresas que quieran servicios de lenguaje en español y reducir la brecha de recursos con respecto al inglés. “Ahora mismo puedes decirle a un teléfono: ‘Quiero una mesa para cinco junto a la ventana; y uno es vegano’ en inglés, pero no en español”, ilustra. Para que un día una empresa pueda plantearse hacer una aplicación que permita dar esta orden en español es necesario que exista un lugar como el BSC, un consorcio público creado entre el Gobierno de España, la Generalitat y la Universitat Politècnica de Catalunya, con investigadores de élite y un superordenador llamado MareNostrum 4. Para crear y entrenar a MarIA se ha requerido de una potencia de cálculo de 9,7 trillones de operaciones por segundo. MareNostrum 4 tiene una potencia máxima de 13.900 billones de operaciones por segundo. Pero el desarrollo científico-técnico exige cada vez más capacidad de cómputo y en 2023 el BSC entrenará el MareNostrum 5, que llegará a 314.000 billones

de operaciones por segundo. Otro salto de gigante del centro líder de la supercomputación en España, consolidado como una referencia internacional en el revolucionario terreno donde se funden el análisis de grandes cantidades de datos (*big data*) y la inteligencia artificial.

“Esto no es como una seta que haya salido de un día para el otro”, dice Mateo Valero, director desde sus inicios del BSC, abierto en 2005 sobre los cimientos del Centro Europeo de Paralelismo de Barcelona, que también fundó en 1991 este ingeniero en Telecomunicaciones galardonado con los premios más selectos de la ingeniería computacional, facilitador en 1995 del pionero enfrentamiento entre el ordenador de IBM Deep Blue y el ajedrecista Miguel Illescas, aficionado a las rancheras e hincha entregado del Fútbol Club Barcelona.

Desde su despacho en la nueva sede corporativa del BSC, un edificio pulcro y moderno situado al pie de la sierra de Collserola, Valero divisa el Camp Nou y bromea: “Si yo fuera el presidente, metía ahí un superordenador”. Parece que incluso su pasión blaugrana se ve superada por su devoción por las computadoras: “Yo he visto evolucionar a estos locos cacharros. Han cambiado la humanidad”. Si el paradigma científico-tecnológico es el credo de nuestro tiempo, una divertida representación de ello es el emplazamiento del MareNostrum 4, que ocupa una capilla desacralizada: he ahí esa bella infraestructura dentro de una caja de vidrio; esa gran matriz informática entre arcos, columnas y vitrales de la adoración de los Reyes Magos y de la crucifixión.

La capilla está conectada por una pasarela al nuevo edificio del BSC, en el que se encuentra la sala de 900 metros cuadrados que se está acondicionando para recibir a MareNostrum 5. El ingeniero Miguel Armenta muestra el lugar, donde han instalado las máquinas de enfriamiento y los cuadros eléctricos, a falta de los *racks* (armarios informáticos) que llenarán el espacio. La compra de esta máquina vale 151 millones de euros, financiada con fondos de la Comisión Europea (la mitad), del Gobierno español, de la Generalitat y de la Politècnica. Por lo demás, aun cuando MareNostrum 5 todavía no existe, Valero cuenta que ya están pensando en el sexto, para el que aspiran a usar por primera vez microprocesadores diseñados en Europa, en el BSC. En medio de la crisis por la carestía de estos componentes, en mayo se anunció un acuerdo entre Intel y el BSC para que este centro albergue un laboratorio de diseño de microchips, con una inversión entre el Gobierno español y la empre-



Bombas y conductos de baja temperatura para el enfriamiento de la infraestructura del MareNostrum 5 en el Centro Nacional de Supercomputación.

sa estadounidense de 400 millones de euros en 10 años. “Europa necesita ser autónoma y tener acceso a la tecnología para llevar sus ideas a la práctica. Si dependes de otros países, eres vulnerable”, afirma Valero.

El BSC conduce con las luces largas. También tiene puesta la mirada en la computación cuántica. William Daniel Phillips, Nobel de Física, ha dicho que supondrá un salto tecnológico comparable al que hubo entre el

“YO HE VISTO EVOLUCIONAR A ESTOS LOCOS CACHARROS. HAN CAMBIADO LA HUMANIDAD”, DICE MATEO VALERO, DIRECTOR DEL CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN DE BARCELONA

primario ábaco y la informática actual. El año pasado echó a rodar en el centro barcelonés el proyecto Quantum Spain, financiado por la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial y coordinado por la doctora Alba Cervera. En un respiro previo a una reunión, explica: “Si queremos entender la naturaleza a escala microscópica —átomos, moléculas, luz—, se queda corta la supercomputación y necesitaríamos recurrir a un ordenador cuántico”. En el BSC se instalará el primer computador de este tipo en España y en el sur de Europa y el objetivo es que sirva como instrumento de formación para potenciales usuarios de esta tecnología y para la creación de algoritmos cuánticos aplicables a necesidades públicas y empresariales. Valero subraya la intención pedagógica del proyecto. La vertiente práctica, advierte, es más incierta: “La computación cuántica aún está en su invierno polar. De momento la clave está en los supercomputadores. Sin ellos no somos nada”.

Estos ordenadores son el eje sobre el que gira el corpus de investigación de los más de 600 científicos del BSC, repartidos entre las áreas de Ciencias de la Computación, Ciencias de la Vida, Ciencias de la Tierra y Aplicaciones Computacionales en Ciencia e Ingeniería. En 2021 el centro ejecutó un presupuesto de 47,2 millones de euros y gestionó más de 250 proyectos de rango multidisciplinar amplio, desde la biomedicina a la proyección urbanística, pasando por la predicción climática y la ética en inteligencia artificial, entre otros.

Vestido con una camiseta de una peli de Hayao Miyazaki, el Kurosawa del anime, el informático Darío García, colíder del Equipo de Inteligencia Artificial de Alto Rendimiento, habla del reto de darle “un sentido fiable”

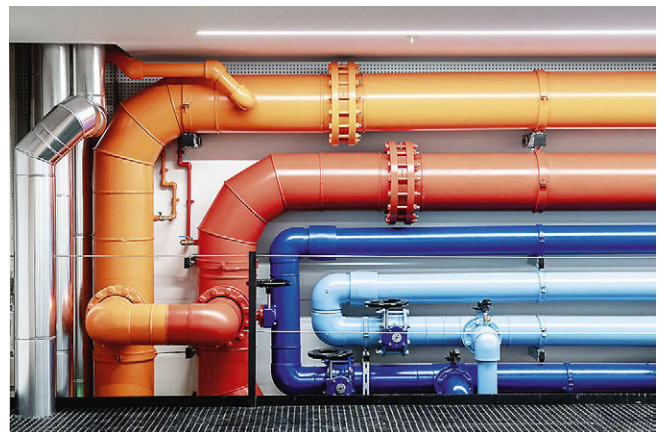
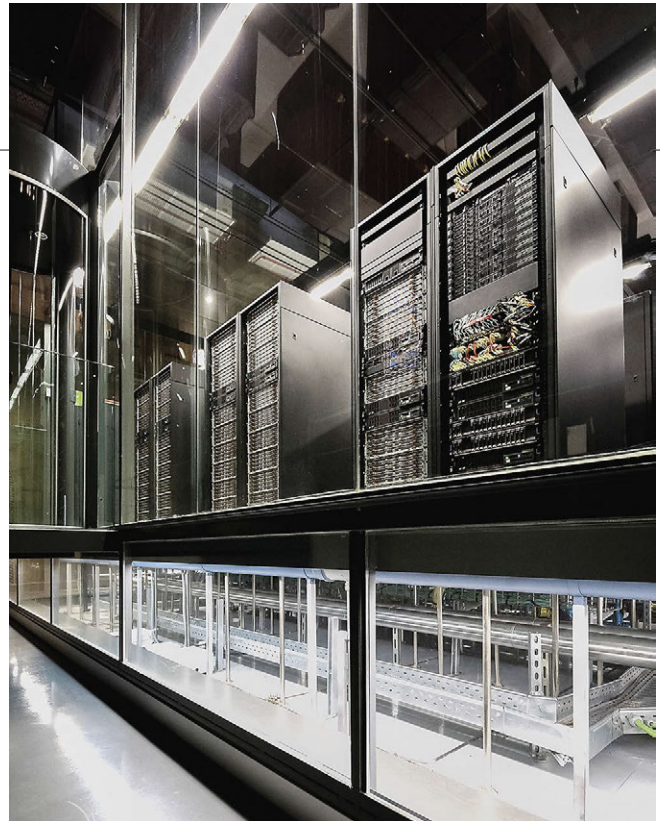
a esta tecnología. La carrera por el mercado de la inteligencia artificial es vertiginosa y la encabezan grandes compañías de Estados Unidos y China cuyos procedimientos son opacos. Esta falta de transparencia supone un problema serio porque los sistemas de inteligencia artificial pueden provocar daños en la sociedad a la que se supone que tratan de aportar soluciones y bienestar. Tan-

ESPECIAL TECNOLOGÍA

to los sesgos estructurales que pueden contener los datos con los que se entrena a los modelos como los prejuicios o intereses de quienes los diseñan socavan su neutralidad y cabe que abran la puerta a la reproducción de las discriminaciones racial, financiera, sanitaria... La Unión Europea ha abrazado como una moderna misión vinculada con sus viejos valores la defensa de los estándares de calidad y derecho en la inteligencia artificial, y el equipo de García trabaja en esa dirección. “La vía de Estados Unidos consiste en que las empresas hagan lo que quieran mientras sea rentable; la de China, en conseguir la mayor cantidad de datos y control para el Estado; y la nuestra, en hacer ciencia del mismo nivel pero garantizando los principios democráticos. Esto significa que participas en una carrera en la que tú vas en bici y los otros en moto”, dice. ¿Y le frustra ir en bici? “No, porque en este caso me daría miedo ir en moto”.

De la ética de los *cerebros* artificiales a la agricultura. La coordinadora del Equipo de Investigación en Servicios Climáticos, Nube González, explica cómo la analítica de datos a gran escala y modelos matemáticos del clima les permiten generar información para optimizar cultivos. Es lo que han hecho desde 2017 con el recién terminado proyecto Med-Gold, centrado en tres productos del Mediterráneo: uva, aceituna y trigo duro, y en el que trabajaron y diseñaron sus servicios climáticos con una empresa de cada sector. “Nosotros convertimos los datos climáticos en información climática, y basándonos en esta información y en el conocimiento científico del clima y de las predicciones climáticas futuras, codesarrollamos productos que puedan servir para que los agricultores anticipen sus decisiones con mejor base y adaptarse al cambio climático”, detalla. González se centró especialmente en el trabajo con la industria del vino. El calentamiento global es la mayor amenaza a la que se enfrenta este sector, sobre todo en el sur del continente, y Med-Gold sirvió para guiar la actividad vitivinícola con predicciones estacionales de temperatura o de lluvia para los próximos seis meses, y con predicciones de indicadores agroclimáticos que ayudan en las estrategias de protección de la vid.

La potencia prospectiva del BSC también es la herramienta de trabajo de Rachel Lowe, líder del Equipo de Resiliencia en Salud Global. Uno de sus proyectos se llama Harmonize. Busca comprender la relación entre el cambio climático y la propagación de enfermedades infecciosas transmitidas por mosquitos (zika, dengue,



chikungunya) en América Latina y el Caribe. “Elaboramos modelos para predecir brotes y prevenir la llegada de estas enfermedades a sitios nuevos”, resume Lowe. Para ello tienen que realizar cálculos vastos y complejos con variables entrecruzadas como las temperaturas, las proyecciones de crecimiento de población, la expansión urbanística, las características socioeconómicas de las zonas o el acceso a servicios de salud. La ambición es que este trabajo de recopilación de datos y predicción sea útil para que las comunidades locales mejoren su capacidad de adaptación y resiliencia. Otro proyecto que acaban de lanzar, IDAlert, de corte similar a Harmonize, tiene como propósito contribuir a la vigilancia, alerta temprana y respuesta a enfermedades zoonóticas, aquellas que se propagan entre animales y humanos, como pudo ser el caso de la enigmática covid-19.

De los muchos emprendimientos científicos abracadabrantos del BSC, tal vez el que cause más impresión sea el de crear gemelos digitales de las personas para fines médicos. Es decir, representarnos virtualmente, de forma individualizada, en un ordenador para que los doctores puedan ayudarnos a prevenir y tratar enfermedades. La llaman medicina personalizada. Por ahora es un sueño para el que se trabaja paso a paso. “No es impensable que se pueda hacer, pero estamos lejos de ello porque el cuerpo humano es complejísimo”, dice el biólogo Alfonso Valencia, director del departamento de Ciencias de la Vida. Llegar a crear gemelos digitales de los pacientes sería un logro extremo de la finalidad que se marca Valero, en términos nítidos y sin rimbombancias, en su campo de investigación: “Utilizar mejores datos para ayudar a mejorar las decisiones médicas”. En esta línea, ahora mismo andan en el empeño de simular el proceso de crecimiento de un tumor. Y para seguir produciendo más y mejor conocimiento biomédico con *big data* como materia prima, hay que continuar aumen-

QUIZÁ EL RETO MÁS IMPACTANTE SEA CREAR GEMELOS DIGITALES DE LAS PERSONAS PARA QUE LOS MÉDICOS PUEDAN PREVENIR Y TRATAR ENFERMEDADES DE FORMA INDIVIDUALIZADA

En la página anterior, de arriba abajo: el supercomputador MareNostrum 4, situado dentro de una capilla; investigadores del centro trabajan en una sala, y tuberías en la sala que alojará el MareNostrum 5.

tando la potencia de la locomotora. “Ya estamos al límite de lo que puede hacer MareNostrum 4 y es fundamental que vayamos a tener uno nuevo. La ambición del BSC siempre va más allá de lo que disponemos”.

El Barcelona Supercomputing Center también quiere aplicar la idea de crear avatares para fines urbanísticos. Lo explica Fernando Cucchiatti, coordinador del Grupo de Analítica de Datos y Visualización: “La aspiración es tener un simulador de una ciudad completa”. Dice que el uso de este recurso en urbanismo no es nuevo, aunque hasta ahora se ha empleado de forma parcial —por ejemplo, simulando el comportamiento de los semáforos para entender cómo mejorar el flujo de tráfico—, no integralmente, simulando todas las facetas de la ciudad a la vez y de manera interconectada para prever cómo uno o más cambios en la población pueden afectar a otras de sus dimensiones y a la urbe como organismo unitario y dinámico. Recurriendo a una analogía, el investigador expone que procuran pasar de operar “en la anatomía” de las ciudades a hacerlo “en su fisiología”. Esto sería una localidad gemela. “Aunque no sé si se podrá simular una completa de aquí a cinco o diez años”, reconoce. “Es nuestro viaje a la Luna”.

Han hecho experimentos más modestos. Por ejemplo, una simulación del Camp Nou para analizar los movimientos de las personas que visitan este estadio de 100.000 espectadores. Se espera que la próxima temporada el Barcelona use esa información para optimizar su gestión. Cucchiatti enseña una presentación del proyecto que hicieron en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Es un análisis minucioso de todo tipo de variables de asistencia y flujos de espectadores y que permite al club tomar decisiones desde lo más gordo, como la gestión de la seguridad, hasta lo nimio, como cuántas salchichas frankfurt podrán despachar en función de la hora del partido. Nada es ajeno a la supercomputación. Qué queda ya que se pueda escurrir a su formidable brazo matemático. —EPS