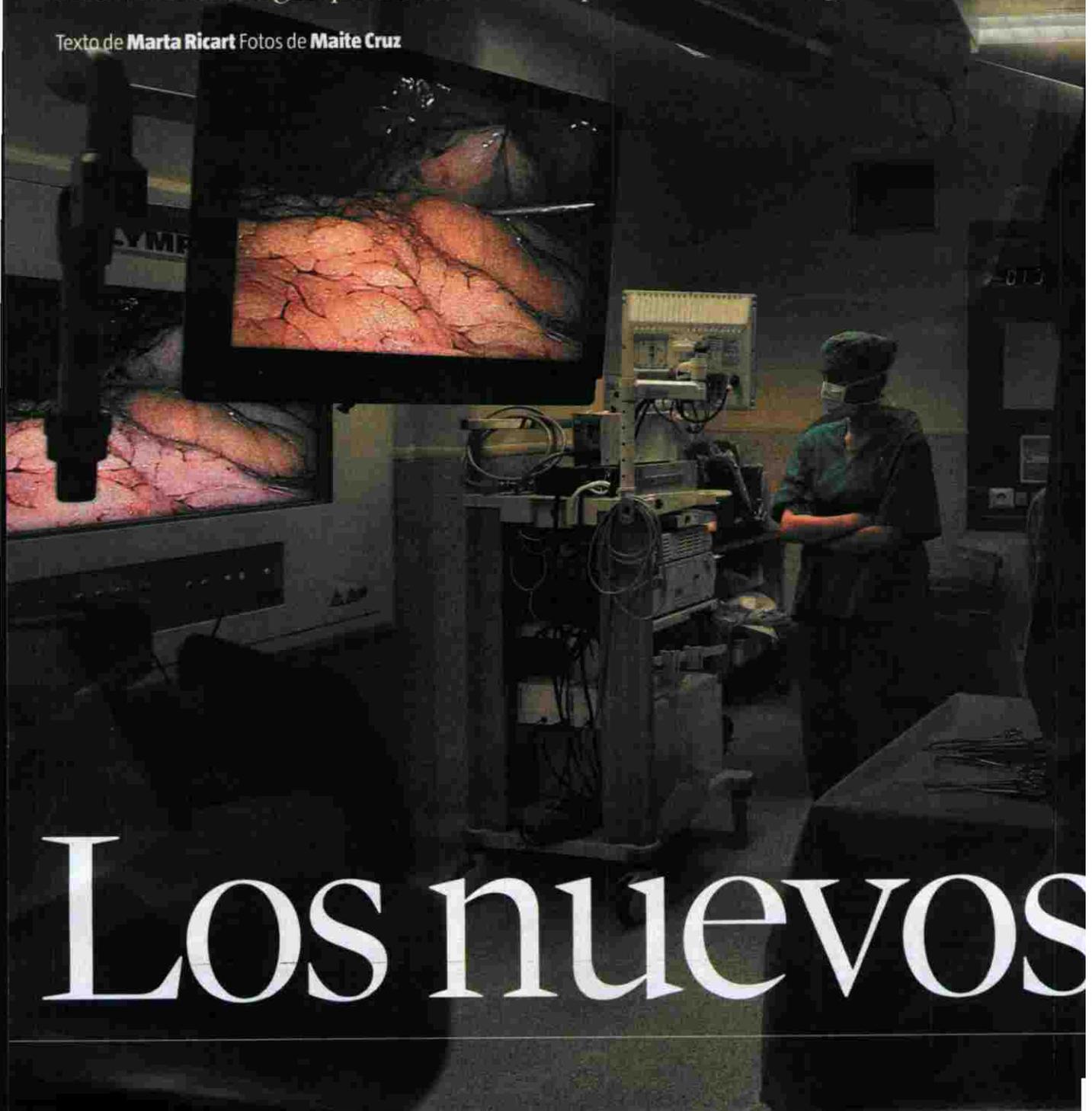


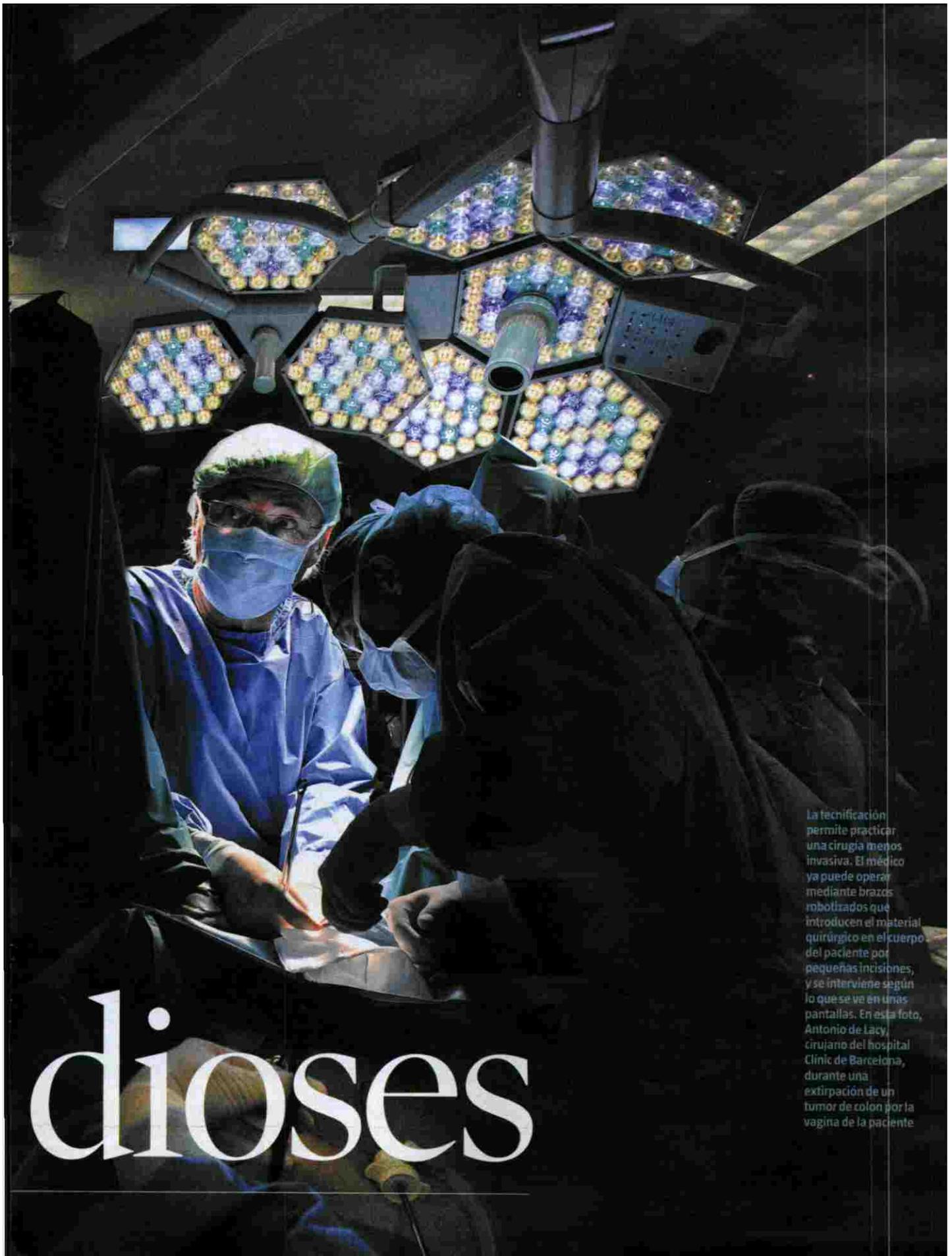
**44. CIENCIA**

El ser humano siempre ha intentado dominar la naturaleza en su favor y cuanto más amplía sus conocimientos y sofisticada sus herramientas, más lejos sitúa los límites. La ciencia al servicio de la salud es el mejor ejemplo. Genética, nanoingeniería, bioinformática..., las áreas más heterogéneas se combinan en atrevidas estrategias para desafiar las imperfecciones biológicas.

Texto de **Marta Ricart** Fotos de **Maite Cruz**



Los nuevos



La tecnificación permite practicar una cirugía menos invasiva. El médico ya puede operar mediante brazos robotizados que introducen el material quirúrgico en el cuerpo del paciente por pequeñas incisiones, y se interviene según lo que se ve en unas pantallas. En esta foto, Antonio de Lacy, cirujano del hospital Clínic de Barcelona, durante una extirpación de un tumor de colon por la vagina de la paciente

dioses



CIENCIA LOS NUEVOS DIOSES

A simple vista, se diría que es nada, si no fuera por los líquidos que se usan en los laboratorios. Pero lo que muestra el científico son unas nanopartículas de oro que se activan mediante luz láser y que se espera que un día curen el cáncer de un enfermo. Algo mayores en ese universo ínfimo son las células madre, las que pueden convertirse en cualquiera de los casi 250 tipos de células que forman los tejidos del cuerpo humano. Unas que se han diferenciado en neuronas recuerdan una colorista pintura abstracta gracias a unos marcadores fluorescentes. En estas células se depositan muchas esperanzas de salud de las generaciones futuras. Avances científicos y tecnológicos como estos ensanchan las fronteras de la medicina. Ningún otro ámbito, seguramente, refleja mejor la ambición, el esfuerzo y la imaginación del ser humano para dominar las leyes naturales.

“La ciencia intenta conocer las leyes de la naturaleza para modificarlas. El hombre siempre ha tenido la voluntad de manipularlas para que le sean favorables”, afirma Joan J. Guinovart, director del Instituto de Investigación Biomédica y catedrático de la Universidad de Barcelona. El ser humano busca la existencia perfecta, sentirse bien, sin limitaciones, alargar la vida, ¿evitar la muerte? Hasta hace menos de siglo y medio, recuerda Guinovart, la medicina aún tenía más de magia que de ciencia; ahora, se abren puertas que parecen conducir a otra era. “Es difícil –añade Guinovart– manipular lo que no se conoce. La biología molecular, la secuenciación del genoma, permiten ir entendiendo esa maquinaria que es el cuerpo humano y sus disfunciones, las enfermedades. En muchos casos, poco más se podía hacer que aliviar los síntomas; el siguiente paso será evitar el daño o repararlo.”

“En cierta manera sí cambiamos

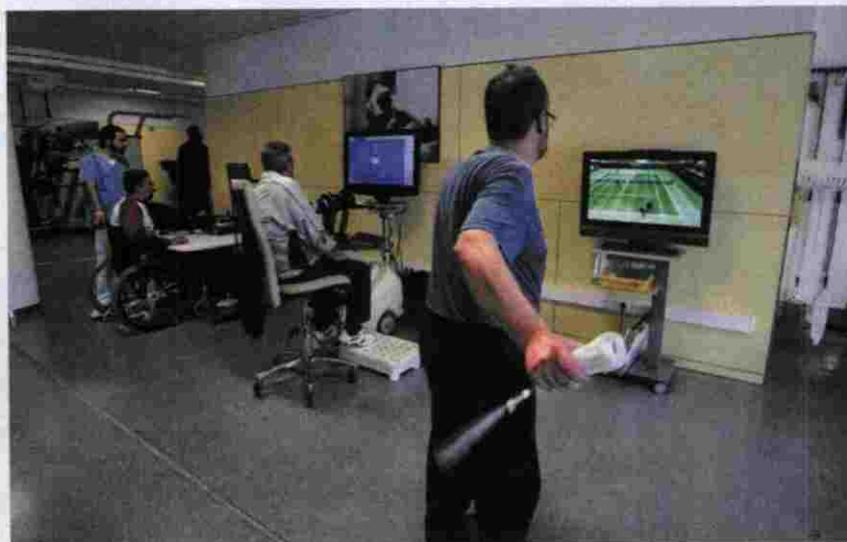
las leyes naturales; al diferenciar células madre, por ejemplo, quizás creamos nuevos tipos de células no idénticas a las neuronas, los cardiocitos u otras, aunque hagan su función, pero se generan de forma distinta”, reflexiona Juan Carlos Izpisua, director del Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona (CMRB).

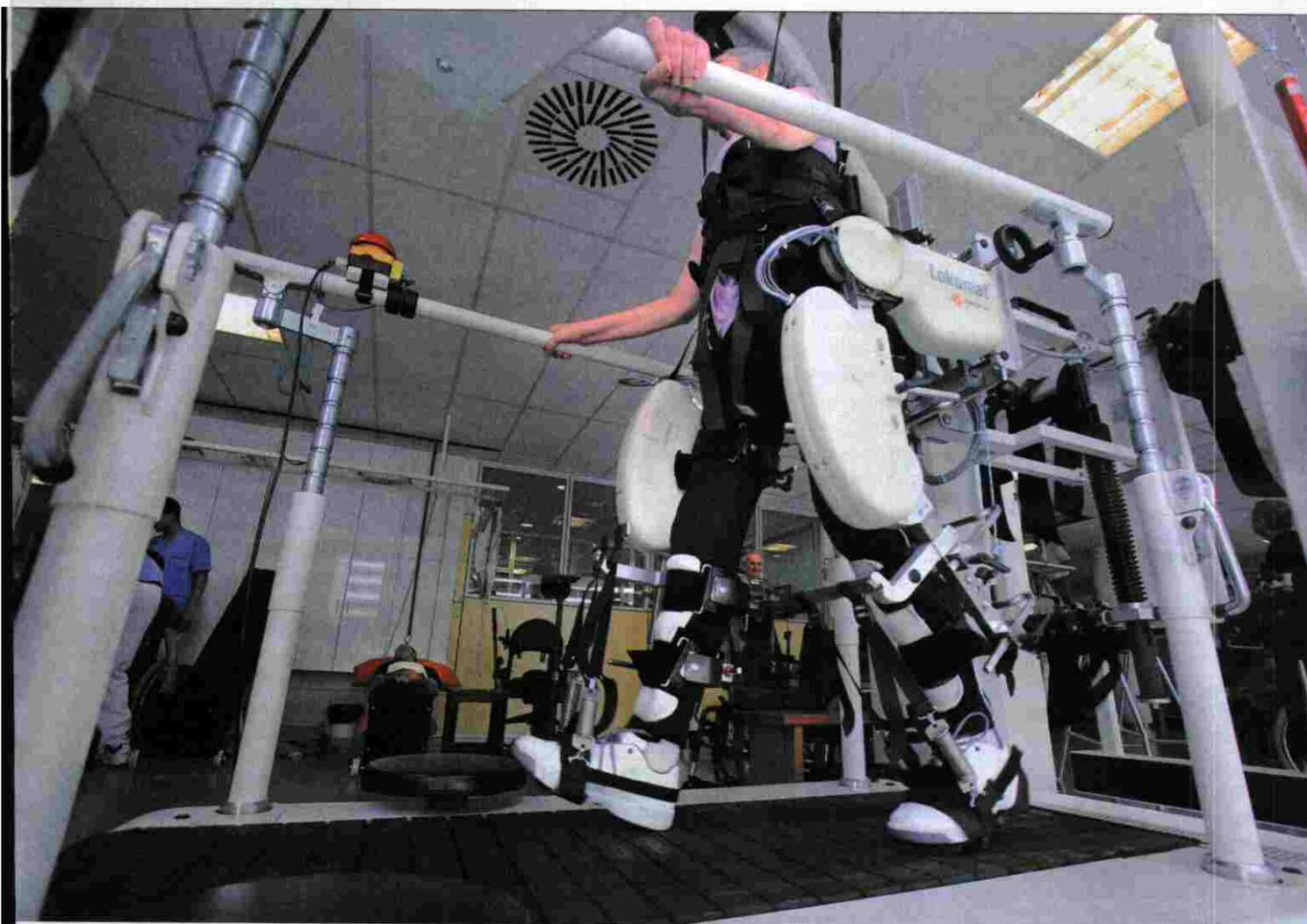
“Las leyes de la naturaleza las llevamos cambiando hace mucho, si no lo hubiéramos hecho habría una mortalidad infantil elevadísima y no viviríamos más de 20 o 30 años de media. No tendríamos ganadería, agricultura ni iPhones. No hay nada malo en cambiar la naturaleza, ni es divina ni sabia ni se preocupa del bienestar humano ni de ningún animal. El espíritu de superación ante los retos es profundamente humano, y aún estamos al comienzo de donde puede llegar la humanidad”, sostiene María Blasco, vicedi-

rectora del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO) de Madrid.

El descifrado del genoma, el libro de instrucciones biológicas, ha acelerado el conocimiento del ser humano y de otros organismos vivos. Se ha descifrado (o se trabaja en ello) el genoma de virus, bacterias y diversos animales y plantas (perro, vaca, arroz, maíz...), para conocer las claves de la evolución, pero también para mejorar la ganadería y la agricultura (hacer a las especies y razas más resistentes o productivas, buscar cómo atacar las plagas...). En los humanos, no se ha planteado mejorar genéticamente la especie, sus capacidades. Hay otra tarea inmensa por delante, que ya tendría enormes consecuencias: leer los genes y sus alteraciones permite identificar las disfunciones. Cuando se conozcan esos mecanismos se

“No hay nada malo en cambiar la naturaleza, ni es divina ni sabia, no se preocupa del bienestar humano”, dice la investigadora María Blasco





sabr  evitar la alteraci3n o corregirla –es decir, tratar la enfermedad– modificando el gen alterado, anulando su funci3n, estimulándola... Es la terapia g3nica, de la que ya se han hecho ensayos en personas, aunque con éxito limitado. Y es que los genes y sus funciones y variaciones son muchos (el genoma humano tiene unos 30.000 genes y 3.000 millones de bases de estos que se combinan), se conoce ya la clave gen3tica de algunas patologías, pero no de la mayoría. Cuando se descifre cada enfermedad, además, habrá que ver la variabilidad en cada individuo

y la influencia de factores externos (alimentaci3n, contaminantes...).

Con todo, la gen3tica avanza rápido, incluso en lo prosaico: hace cinco años, cost3 unos 300 millones de d3lares desglosar el ADN de Craig Venter, uno de los impulsores del descifrado del genoma. Hoy, se podría descifrar el de cualquier persona en un día y por menos de 5.000 euros (y el coste va bajando). S3lo se ha descodificado el de una quincena de personas en el mundo, pero se trabaja en el de centenares y pronto serán centenares de miles.

Un proyecto europeo desglosar 

DE LA ROB3TICA A LA BI3NICA

Centros como el Instituto Guttmann (en la foto) combinan tecnologías informáticas y rob3tica ya en aparatos de rehabilitaci3n, que permiten monitorizar al paciente y hacer programas más personalizados (arriba). En la página anterior, rehabilitaci3n a partir de juegos de realidad virtual y consolas robotizadas. El siguiente paso es la tecnología más inteligente que avanza al ritmo del paciente y pr3tesis bi3nicas, que se integren en los mecanismos biol3gicos.

de aquí al 2020 el genoma de 20.000 españoles (de 200.000 europeos) afectados por distintas patologías. La iniciativa la dirige Xavier Estivill, coordinador del programa Genes y Salud del Centro de Investigaci3n Gen3mica de Barcelona (CRG). El objetivo, indica, es conocer esa variabilidad gen3tica implicada en diferentes enfermedades y enfermos. Hay en marcha un proyecto internacional –España tambi3n participa en él– que secuencia los genomas de 50 tipos de cáncer (de 25.000 enfermos). Se prevé hacer igual con otras enfermedades, el alzheimer, →



CIENCIA LOS NUEVOS DIOS

Se descifrará el genoma de 20.000 españoles con diversas dolencias; también se rastrearán las claves de la longevidad en el ADN de una mujer fallecida a los 112 años

→ la esclerosis, la esquizofrenia...

Estivill apunta que uno de los efectos más inmediatos del conocimiento genético es que el diagnóstico y el tratamiento médico se personalizarán. "Es algo que se extenderá en no más de cinco años", augura. Se ha empezado, en oncología por ejemplo, a aplicar el diagnóstico genético y probar fármacos ajustados al perfil genético de tipos de tumores. Se crean cada vez más biochips para análisis genético: son pequeñas superficies en las que se graba la estructura de genes que sería el patrón; cuando se coloca sangre o saliva del paciente en el biochip, mediante los programas bioinformáticos, se identifican las variaciones en el ADN, las disfunciones en ese paciente.

Estivill avanza que en unos pocos años se secuenciará el ADN de cada persona y los datos se almacenarán en un dispositivo como los lápices de memoria. Cuando esa persona vaya al médico, este consultará los genes relacionados con la posible enfermedad para diagnosticarla y tratarla. Esta medicina afinará el diagnóstico y facilitará tratamientos más eficaces y con menos efectos adversos.

Esta traslación de los avances científicos a la vida cotidiana puede parecer ciencia ficción, porque la tarea pendiente es inmensa. Hay que conocer las alteraciones genéticas relacionadas con cada enfermedad, crear programas de detección o biochips, establecer estándares de diagnóstico, buscar fármacos. En un sistema sanitario como el español (que no es de los más atrasados), aún

se informatizan los centros y se digitalizan historias de pacientes y pruebas, y habrá que dar el salto a la bioinformática. Los médicos deberán formarse en la nueva medicina.

En estos aspectos no es optimista Estivill, entusiasta de su disciplina. No parece que los gobiernos preparen con diligencia la aplicación de lo que se va conociendo, aunque países como Estados Unidos, China o Singapur han empezado a invertir a fondo en genética. Estivill advierte de que, a la vez, es imprescindible regular un uso ético del genoma, a partir del principio de que es propiedad de cada persona.

Si se llega a aplicar lo que se conocerá, ¿la genética permitirá evitar las enfermedades? "Muchas sí podrán prevenirse y curarse -afirma Estivill-, pero no todas. De hecho, hoy podría evitarse mucha morbilidad y no se hace, basta pensar en la mala alimentación o en que se fuma. No acabaremos con las enfermedades, pero los conocimientos permitirán combatir las mejor."

El CRG analizará también el genoma de una española que falleció a los 112 años buscando las claves genéticas de su salud hasta tan avanzada edad. De la longevidad.

A partir de su investigación en oncología, María Blasco se ha adentrado igualmente en el ámbito del envejecimiento -"el envejecimiento celular es la principal causa de cáncer", explica-. Cuenta que hay ensayos con ratones para retrasar el envejecimiento con un fármaco (la rapamicina) y se harán



Transgénicos y nutrición

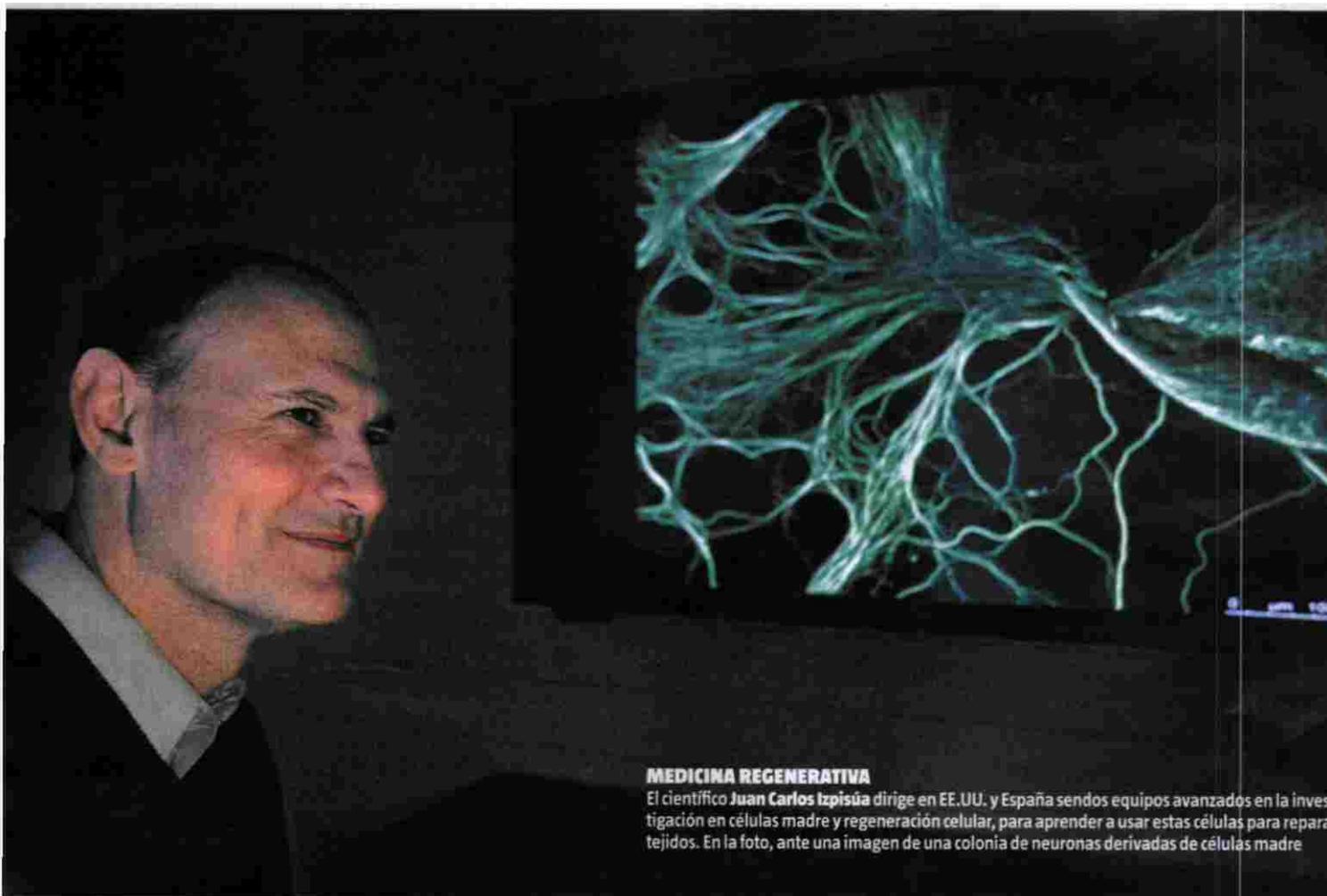
"Durante 10.000 años, el ser humano ha manipulado plantas y animales para mejorar su alimentación y para otros usos como animales de transporte (caballo) o de compañía (las razas de perro)", señala Pere Puigdomènech, profesor del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y director del Centro de Investigación en Agrigenómica de Barcelona. La biología molecular y la genética facilitan esos objetivos. Hay vegetales modificados genéticamente para alimentación animal; y EE.UU. autorizó una soja con omega 3 para consumo humano. El siguiente podría ser un arroz con vitamina A. No se ha permitido el uso de animales transgénicos para alimentación (sí para ensayos médicos), pero se estudia producir salmones que se críen más rápido o leche con hormonas. Puigdomènech dice que, sobre todo en Europa, la normativa es rigurosa y lo que se comercializa no amenaza la salud.

más. "La inmortalidad de las células es posible, la del organismo en conjunto es algo más complejo, pero sin duda será posible alargar mucho la vida en buenas condiciones de salud", sostiene. "Hay células inmortales. La inmortalidad existe; ahora bien, alcanzarla...", duda Izipisúa.

Este científico, uno de los investigadores españoles con más proyección internacional (dirige, además del CMRB, un laboratorio en el Instituto Salk de EE.UU.), es cauto: "No tengo la sensación de que con los conocimientos de que disponemos hoy podamos cambiar el curso ni la duración de la vida en un plazo corto de tiempo". Pero se declara optimista y convencido "de que un mejor conocimiento de los mecanismos de regeneración tisular y de las bases moleculares de la diferenciación celular podrá paliar patologías que de momento no se pueden curar y mejorar las condiciones de vida".

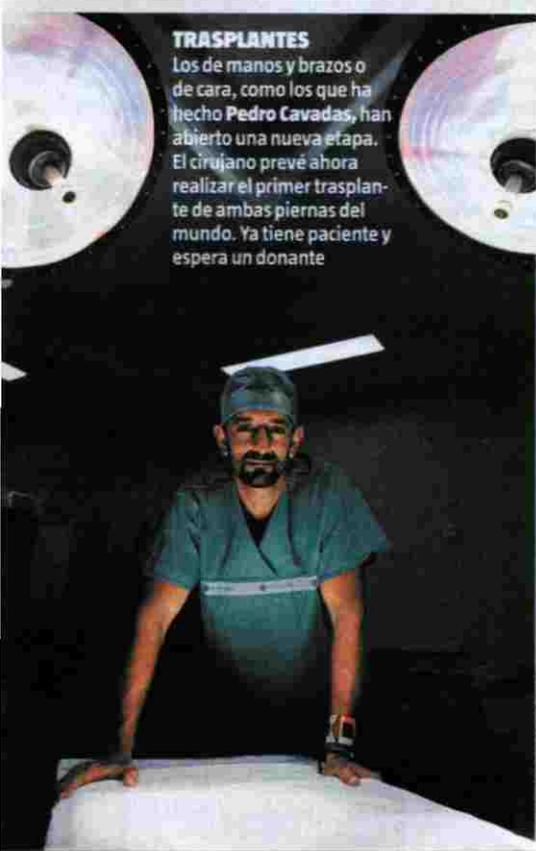
Guinovart opina que la inmortalidad seguirá resistiéndose. "De todas maneras -advierte-, habría que pensar si es deseable; las consecuencias serían enormes. Sólo hay que ver que la sociedad no ha digerido el aumento de la esperanza de vida de las últimas décadas, que conlleva más población envejecida, más dependientes. Si vamos a vivir 100 o 120 años, habrá que plantearse aspectos sociológicos, económicos."

Para alargar la vida y reducir las enfermedades, junto a la genética, otro pilar es la medicina regenerativa. Se fundamenta en las células madre y su potencial para generar células de cualquier tejido; así, podrían reparar cualquier tejido dañado (desde neuronas en el caso del alzheimer a nervios en lesiones medulares u otros) o formar órganos para trasplantar. Las células madre están en los embriones (embrionarias) y en los tejidos formados (adultas). En este caso tendrían un potencial menor, pero en el 2007 se



MEDICINA REGENERATIVA

El científico **Juan Carlos Izpisúa** dirige en EE.UU. y España sendos equipos avanzados en la investigación en células madre y regeneración celular, para aprender a usar estas células para reparar tejidos. En la foto, ante una imagen de una colonia de neuronas derivadas de células madre



TRASPLANTES

Los de manos y brazos o de cara, como los que ha hecho **Pedro Cavadas**, han abierto una nueva etapa. El cirujano prevé ahora realizar el primer trasplante de ambas piernas del mundo. Ya tiene paciente y espera un donante

CARLOS GONZÁLEZ ARMISTO

logró *reprogramar* células madre de la piel para que recuperaran esa capacidad generadora de las embrionarias. Se las llama células pluripotenciales inducidas, IPS, y son la penúltima promesa.

Porque Izpisúa y su equipo exploran paralelamente otra vía que cree que podría ser incluso más factible, la capacidad regenerativa de algunos animales (a los que les crece la cola si se corta, por ejemplo) y que el ser humano o los mamíferos habrían perdido. La clave está en los genes. Si se descifrara, se podría retrasar el envejecimiento, ¿Y la muerte? “Bueno, esos animales también mueren”, responde Izpisúa.

En su laboratorio han analizado cómo regenera parte del corazón un pez. “Hasta ahora –explica–, la idea era generar células madre, implantarlas en el paciente y que se desarrollen para reparar el tejido dañado. Otra vía es activar el mecanismo genético de regeneración de las células en el cuerpo. El corazón se va regenerando. Se suponía que tenía una reserva de células madre que se ocupaban de ello, pero hemos visto que los cardiocitos mismos vuelven un paso atrás, recuperando potencial de crear células nuevas –sin llegar a la capacidad de las células madre embrionarias–. En infartos en →



CIENCIA LOS NUEVOS DIOSES

→ personas, se ha visto ese paso atrás, pero sin crear células nuevas. Lo que estudiamos es cómo estimular ese mecanismo con un compuesto químico. Una compañía farmacéutica nos ayudará a probar con los miles de fármacos que investigan.”

En personas, se han probado células madre adultas (terapia celular) para tratar varias patologías (desde corazones tras un infarto a problemas traumatológicos), aunque algunos científicos recuerdan que no hay ensayos que prueben la eficacia. Ni hay ensayos en pacientes con células madre embrionarias ni con IPS. Hay dos obstáculos, nada banales, recuerda Izpisúa: no se conocen ni dominan aún los mecanismos por los que esas células se convierten en otras, ni se sabe controlar su creación de tejidos.

Izpisúa cree que las enfermedades de la sangre podrían ser el área en que hubiera antes terapias porque no sería necesario que las células se

“No tengo la sensación de que con los conocimientos de que disponemos hoy podamos cambiar el curso de la vida en un plazo corto”, dice, cauto, el científico Izpisúa

integraran en una estructura tridimensional como es un órgano y porque hace años que se hacen trasplantes de cordón umbilical y médula (que contienen células madre) y funcionan.

Al no saber controlar las células madre y las IPS, al hacerlas proliferar, tienden a convertirse en cancerígenas, razón por la que Izpisúa dice que se tardará todavía en aplicar la medicina regenerativa. Pero su aportación podría ser extensa. Blasco cuenta que, por ejemplo, algunas investigaciones más novedosas en oncología “tienen que

ver con la idea de que el tumor está mantenido por células madre y se trataría de eliminarlas o hacer que perdieran su capacidad de desarrollo (reprogramarlas)”.

En espera de la medicina regenerativa, no se renuncia a soluciones atrevidas. Los trasplantes son cada vez más complejos, como el de cara –en hospitales de Valencia, Sevilla y Barcelona se han hecho algunos de los pocos en el mundo– o trasplantes de brazos y manos, como ha hecho el cirujano valenciano Pedro Cavadas (también hizo uno de cara). Este especialista en microcirugía prevé

La reproducción asistida gana a la donación



Hace diez años, la clonación estaba en boca de todos. La donación de la oveja *Dolly* en 1996 abrió unas perspectivas que agitaron la sociedad, sobre todo cuando unos años después se planteó desde algunos sectores científicos marginales esta vía para la reproducción humana. La opción se perdió en las brumas de la polémica, aunque la técnica de donación se ha mantenido para usos científicos. La reproducción asistida se vale por sí misma, no ha parado de progresar y ha permitido que sean madres y padres personas con problemas de infertilidad, sin pareja o hasta mujeres posmenopáusicas (lo que tampoco estuvo exento de controversia). Hoy, estas técnicas permiten la selección del sexo, por ejemplo. Pero aspectos como este no centran el trabajo, “no aportan mucho ni hay una gran demanda”, afirma Carlos Simón, director científico de la clínica de reproducción IVI y del Centro de Investigación Príncipe Felipe de Valencia. “Los avances –explica– potencian una medicina personalizada para ayudar más y a más personas que quieran tener hijos. Con el diagnóstico preimplantacional –el análisis de características del embrión fecundado en el laboratorio, antes de implantarlo en el útero materno–, cada día menos invasivo, se analizan los embriones para ver su viabilidad, si se desarrollarán en un feto, y lo mismo el útero.” El objetivo es aumentar las tasas de éxito en las fecundaciones in vitro de en torno al 50% actual hasta un 80% e implantando un solo embrión.

Carlos Simón, ante un panel de fotos de niños nacidos por técnicas in vitro

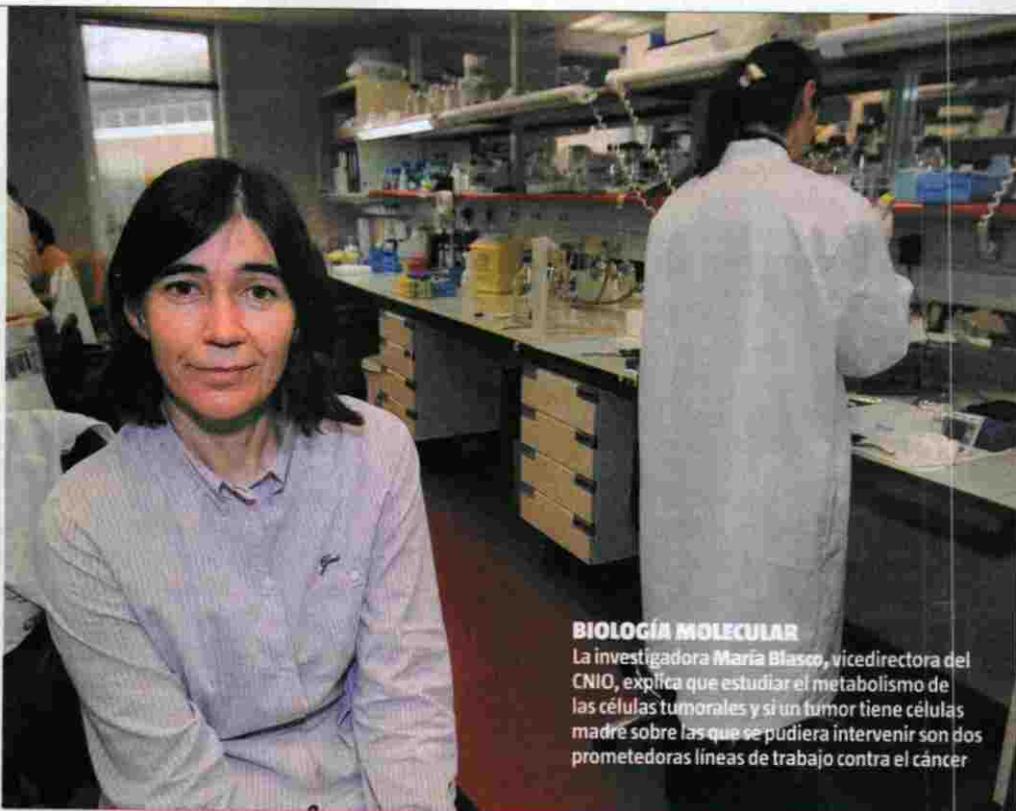


realizar el primer trasplante de ambas piernas del mundo. La mayor dificultad en estas intervenciones radica en la conectividad de los vasos sanguíneos y los nervios.

Para reducir el rechazo inmunológico, inconveniente de los trasplantes, se ha empezado a probar en algunos implantes de tejidos y órganos la eliminación de las células del donante (descelularización) y un baño de células del receptor.

Estrategias como esta entran en la ingeniería de tejidos, que investiga y crea materiales de origen sintético-biológico que puedan sustituir los dañados del organismo. Se trabaja con polímeros (plásticos) que hagan de *andamio* para crecer células y con material óseo o se estudia cómo obtener nervios de fibras de plástico.

Centros como el Instituto Guttmann de Badalona (que atiende a lesionados cerebrales y medulares) y el hospital de Parapléjicos de Toledo trabajan con universidades y →



BIOLOGÍA MOLECULAR

La investigadora María Blasco, vicedirectora del CNIO, explica que estudiar el metabolismo de las células tumorales y si un tumor tiene células madre sobre las que se pudiera intervenir son dos prometedoras líneas de trabajo contra el cáncer

DANI DUCH

Las innovaciones no tienen límite. El IVI ha probado un útero artificial, hecho de un tipo de silicona (fabricado por una empresa tecnológica suiza). Es un pequeño receptáculo en el que se depositan los óvulos recién fecundados para que maduren dos o tres días dentro del útero en lugar de hacerlo in vitro y después se implantan en el útero para que progrese el embarazo.

El equipo de Simón (y otros en otros países) investigan ahora para obtener óvulos y espermatozoides a partir de células madre. Es un proyecto en el que se espera que en unos cinco años se puedan tener resultados. Si se lograra, evitaría recurrir a la donación de óvulos o semen y los gametos se obtendrían de la misma mujer u hombre que quiera tener un hijo. La investigación exploró primero las células madre embrionarias, y ahora se trabaja en la línea de moda, la reprogramación celular. También se estudia, señala Simón, cómo funcionan las células madre del endometrio, de los testículos, de los ovarios y los mecanismos de producción de óvulos o de espermatozoides pensando en futuras terapias regenerativas de disfunciones que hoy causan infertilidad.

El diagnóstico preimplantacional de los embriones también ha conseguido en los últimos años que vayan naciendo niños libres ya de unas 50 graves enfermedades hereditarias. Esta técnica, combinada con los avances genéticos, ha permitido la selección genética de embriones (el Gobierno la autoriza con centogotas) en casos en que exista un elevado riesgo de que la madre o el

padre puedan transmitir al hijo un cáncer de tipo hereditario. El primer caso que se autorizó en España fue el de una joven que iba a ser madre cuando ya contaba con seis de sus familiares más próximas con cáncer de mama (tres habían fallecido).

El caso de Andrés y Javier también marca un hito: la selección genética de un embrión para que naciera un bebé completamente compatible con un hermano aquejado de una grave enfermedad y pudiera curarle con un trasplante de cordón umbilical (que contiene células madre). El trasplante se hizo el año pasado, y los dos niños están bien, según confirma el médico que propició este tratamiento, Guillermo Antiñolo, director de la unidad de genética, reproducción y medicina fetal del hospital Virgen del Rocío de Sevilla. Este centro tiene otros dos casos similares en marcha. Antiñolo apunta que este caso ilustra uno de los paradigmas de la medicina actual: la combinación de conocimientos y trabajo en áreas muy diversas.

El próximo paso cree Antiñolo que será corregir o tratar enfermedades o anomalías genéticas (estas, con terapia génica) del feto todavía en el útero (cirugía fetal), aunque son intervenciones que tardarán en generalizarse, advierte. Centros como el Virgen del Rocío han potenciado el análisis genómico para conocer los genes implicados en las dolencias, empezando por las hereditarias, muchas de las cuales causan las llamadas enfermedades raras.



CIENCIA LOS NUEVOS DIOS

→ empresas tecnológicas para trasladar la innovación tecnológica a ayudas a la discapacidad. Josep M. Tormos, coordinador de investigación de Guttman, señala que el reto es aprovechar la tecnología para cambiar los modelos de rehabilitación, por ejemplo, y tener programas informáticos o aparatos que se adapten a las necesidades diferentes de cada discapacitado, que le ayuden en funciones cotidianas y que varíen al ritmo en que progresa el paciente.

Las prótesis de manos, brazos o piernas usuales siguen siendo mecánicas o eléctricas, pero cada día más incorporan sensores y controles electrónicos. Aún hay poco de biónico (prótesis integradas en los mecanismos biológicos como las piezas fisiológicas a las que sustituyen). Existen algunos implantes auditivos. O se han probado prótesis de brazos que se mueven con el pensamiento. Pero el sistema cerebral-nervioso es muy complejo, y cuesta reproducir sus acciones (como coger un vaso para beber); aún se trabaja en el desglose de movimientos (estirar el brazo, abrir los dedos, cerrarlos en torno al vaso...), cuenta Tormos.

El equipo de Eduardo Fernández, subdirector del Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche, trabaja en dispositivos biónicos –sobre todo, para prótesis visuales–. Deben cumplir tres funciones, dice: captar

El siglo XXI será el del cerebro, en que se conocerán los mecanismos que regulan las funciones cognitivas superiores, se muestra convencido José Navas, director del Centro Nacional de Salud Carlos III

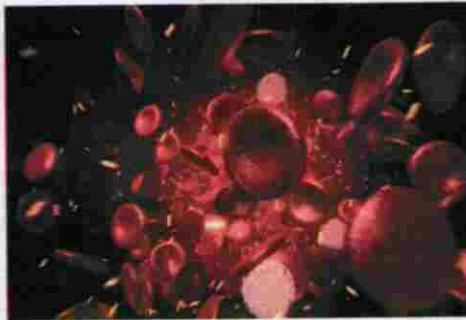
las señales neuronales en el cerebro o que este envía al sistema nervioso; procesarlas como haría el organismo, pero electrónicamente, y transmitir las al implante. Aún hay que resolver problemas de decodificación, de miniaturización, cómo alimentar el aparato... Hay también ordenadores que responden a la voz, y en Elche estudian sistemas que permitan conectarse a internet con el pensamiento (transmitiendo los impulsos cerebrales al ordenador). En implantes biónicos se ha empezado a trabajar en los últimos 10 o 15 años, así que Fernández atempera las prisas por trasladar los frutos a la práctica. Con todo, prevé futuras soluciones mixtas, como de medicina regenerativa y biónica.

Hace años que la medicina prueba piezas artificiales, como modelos de corazón, un páncreas para diabéticos... Marcapasos cardíacos, desfibriladores implantables o stents (un muelle que separa las arterias taponadas) han dado

muchos años de vida a enfermos cardiovasculares. La misma tecnología aplican los estimuladores cerebrales o neuromoduladores, cuyo uso se va extendiendo para corregir los temblores del parkinson y otros trastornos del movimiento. Al ver antes y después a los pacientes, diríase que son otras personas.

Se colocan neuromoduladores en casos de epilepsia y se ensayan (también en España) en casos muy graves de depresión y trastornos obsesivos compulsivos, así como de personas en estado vegetativo o coma, cuenta Jordi Rumià, neurocirujano del hospital Clínic de Barcelona. Estos aparatos estimulan zonas cerebrales donde se localizan los mecanismos que originan las funciones alteradas. Se plantean como posible tratamiento contra enfermedades neurodegenerativas como el alzheimer, aunque Rumià señala que por ahora tienen la limitación de que modulan impulsos cerebrales, no los activan donde

Una terapia del futuro



Nanopartículas como las de esta recreación del equipo de Romain Quidant en el Instituto de Ciencias Fotónicas pueden ser una terapia del futuro: son cápsulas de oro de unas decenas de nanómetros (el nanómetro es la millonésima parte del

milímetro) que llevan dentro fármaco. Se recubren con proteínas que reconocen las células tumorales, y así, cuando se inyectan en el torrente sanguíneo (segunda imagen), se integran en esas células (tercera imagen). Se aplica luz láser –de intensidad y

color determinados para que penetre en los tejidos sin quemarlos– que calienta las nanopartículas, y éstas sueltan su fármaco y queman y eliminan las células cancerígenas. El organismo elimina los restos de las partículas de forma natural y no tóxica.



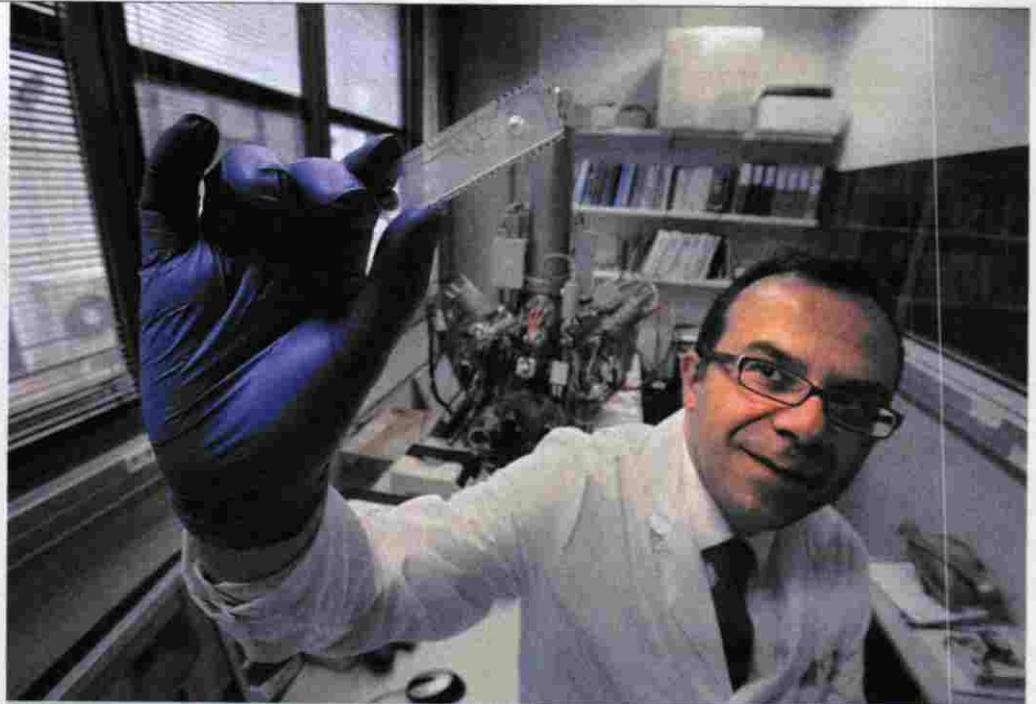
no los hay (en neuronas *muertas*).

Rumiá cuenta que al ensayarse en Norteamérica estos aparatos para modular la sensación de apetito en obesos se descubrió que tenían efectos en una zona cerebral cercana donde radican los mecanismos de la memoria, lo que abre nuevas perspectivas de intervención en funciones básicas cerebrales.

“El siglo XXI será el del cerebro, del conocimiento profundo en neurociencias”, afirma José Navas, director del Instituto Carlos III de Madrid –órgano del Gobierno que vertebra la investigación en salud en España–. Hasta ahora, la falta de tecnologías hacía frustrante atender enfermedades neurodegenerativas, por ejemplo; ahora empezamos a desentrañar su origen, lo que marca el camino para tratarlas, añade. “Pero, además, nos permitirá conocer los mecanismos cerebrales de las funciones superiores (memoria, aprendizaje...) y en un futuro puede que mediante fármacos podamos contrarrestar el daño neurodegenerativo en esas funciones.”

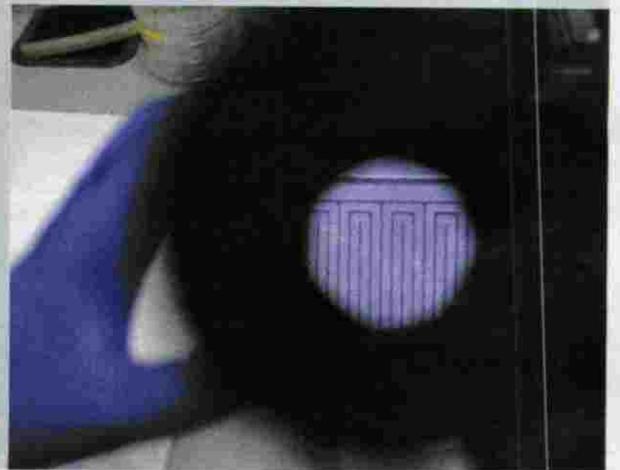
Rumiá subraya el papel de la neuroimagen: “Hace quince años, hacíamos a mano los cálculos sobre en qué punto del cerebro implantar los electrodos; ahora, usamos un neuronavegador”. Las técnicas de diagnóstico por la imagen (resonancias, TAC, PET...) permiten hoy ver no sólo el interior del cuerpo, sino también cómo funciona. Con esto y las nuevas tecnologías de comunicación, se puede intervenir con mayor precisión y eficacia y menor riesgo.

La tecnología ha cambiado los quirófanos. En las operaciones con el robot quirúrgico Da Vinci (lo tienen pocos hospitales en España), el cirujano ni está al lado del paciente, sino sentado frente a una consola con imagen en 3D desde la que maneja los brazos robóticos que introducen el material quirúrgico dentro del paciente. La cirugía laparoscópica permite incisiones cada vez más



NANOBIOTECNOLOGÍA

Es un área científica multidisciplinar que aporta dispositivos desde el análisis molecular (para distinguir al inicio de una infección si la causa un virus o una bacteria), hasta el diagnóstico médico y microinstrumental quirúrgico. **Josep Samitier** muestra un biochip genético (visto al microscopio en el detalle), que tiene elementos nanológicos. En su centro se trabaja, por ejemplo, en crear aparatos de análisis que un médico pueda tener en su mesa y de uso inmediato (*point of care*) en lugar de enviar al paciente al laboratorio



pequeñas y en menor número, por las que se introduce el material, incluida la cámara que muestra al cirujano lo que manipula dentro del paciente. La última innovación es la cirugía por orificios naturales, en que se aprovechan la boca, la vagina o el ombligo para hacer reducciones de estómago o extraer la vesícula, un riñón, un tumor. Es la cirugía cada vez menos invasiva, de la que el paciente se recupera más rápido.

Lamentablemente, la cirugía menos invasiva aún no se ha

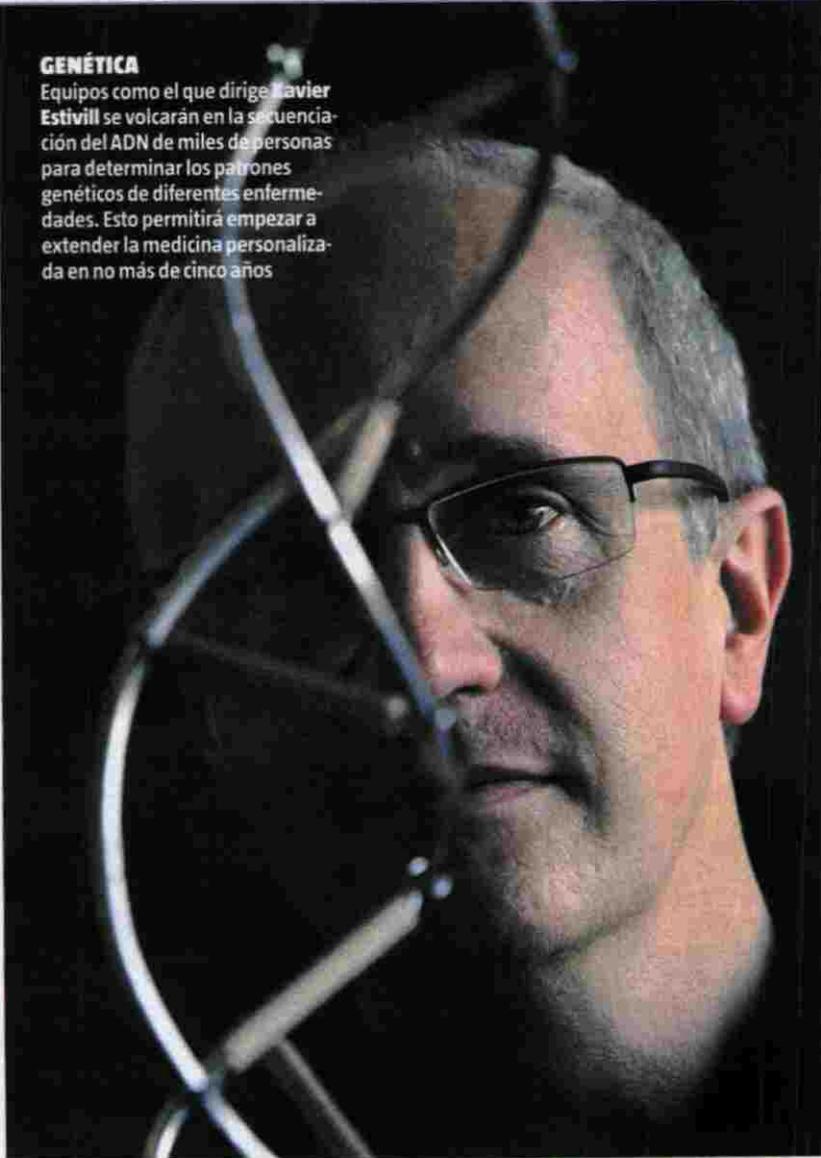
generalizado. Se trabaja en su estandarización, y hay que afinar la tecnología, explica Antonio de Lacy, jefe de cirugía gastrointestinal del Clínic de Barcelona. Pero cuando habla de cómo evolucionará la cirugía, De Lacy cita *Avatar*, el último éxito del cine de ciencia ficción. Asegura que la imagen 3D no tardará en invadir la medicina. “Y a medio plazo, las pantallas desaparecerán de los quirófanos y trabajaremos con imagen virtual, hologramas...”, vaticina.



CIENCIA LOS NUEVOS DIOS

GENÉTICA

Equipos como el que dirige Javier Estivill se volcarán en la secuenciación del ADN de miles de personas para determinar los patrones genéticos de diferentes enfermedades. Esto permitirá empezar a extender la medicina personalizada en no más de cinco años



→ Algunas intervenciones llevan a pensar en milagros o en la búsqueda del más difícil todavía, depende de lo crítico que se sea. "El cirujano nunca puede creerse un dios, no debe perder de vista el interés del paciente. Quien realiza lo que puede antojarse un salto mortal no es él, sino el paciente; por eso no es un salto mortal, detrás de cada avance hay mucha práctica", dice De Lacy.

Del trabajo a escala microscópica en biomedicina se ha pasado a la escala de la nanología. La nanoingeniería proporciona herramientas

diminutas quirúrgicas, de análisis, estructuras sobre las que cultivar células o elementos de los biochips genéticos. Pero una aportación muy relevante son las nanopartículas para terapias avanzadas, explica Josep Samitier, director del laboratorio de nanobioingeniería del Instituto de Bioingeniería de Cataluña –organismo de las universidades de Barcelona (UB) y Politécnica (UPC) y la Generalitat– y catedrático de la UB. Las nanopartículas son pequeñísimas cápsulas –pueden ser de metales, químicas, como las de

Las terapias avanzadas aúnan mucha investigación y en áreas diversas

polímeros, biológicas, como las de lípidos– que pueden contener fármaco y liberarlo en las células que tratar. Las ventajas, indica Samitier, son que permiten llevar el fármaco a células determinadas y liberarlo de forma continuada. Eso puede reducir los efectos secundarios y adversos y aumentar su eficacia.

El equipo del físico Romain Quidant en el Instituto de Ciencias Fóticas (situado en Castelldefels y ligado a la Universidad Politécnica de Catalunya) trabaja en unas nanopartículas de oro para atacar tumores que el investigador cree que podrían probarse en humanos en unos cinco años. Se recubren con proteínas relacionadas con el tumor; así, cuando se inyecten en el paciente, irán a integrarse en las células tumorales. La fotónica interviene porque se aplica un láser que atraviesa los tejidos para calentar sólo las partículas y activarlas; entonces liberan su fármaco y queman las células cancerígenas. El oro se eligió por sus efectos ante la luz (la concentra y se calienta), llamados de resonancia plasmónica; de ahí que se hable de oncología plasmónica. En Gran Bretaña se estudian partículas magnetizadas.

Los enfoques son diversos, y la estrategia parece simple, pero todas estas terapias avanzadas comportan muchísima investigación y en múltiples áreas (biología, oncología, física, ingeniería...) y aún falta hasta que se puedan generalizar, pero seguramente serán uno de los tipos de fármacos del futuro.○

Costes y acceso

España ha apostado por la investigación biotecnológica, y son relevantes, sobre todo, los avances en patologías más prevalentes, como ya se dan en cáncer, dice José Navas, del Instituto de Salud Carlos III. La investigación exige mucha inversión, y Navas señala que el futuro pasa por planes y consorcios internacionales que coordinan esfuerzos. Dado el coste de la biotecnología, hay abierto un debate en el mundo sobre si creará un abismo entre quienes puedan pagarse sus aplicaciones y quienes no. Navas asegura que "la ciencia aplicada es rentable; en EE.UU. se analizó, por ejemplo, que cada dólar invertido en investigación del cáncer entre 1975 y el 2000 produjo un retorno económico de tres dólares". La medicina tecnificada es cara, pero ahorra gastos en hospitalización, periodos de improductividad y otros.