



*Technology Review* pasa revista a los proyectos tecnológicos y a los problemas de determinados países.

# Lo *más* importante depende de *dónde* te encuentres.

Recopilado por Herb Brody

Ilustraciones de National Forest

LA "ALDEA GLOBAL" fue siempre un oxímoron idealista. Las diferencias políticas, culturales y económicas entre las naciones son mucho mayores que cualquier otra diferencia que pudiera existir entre barrios formados por pequeños grupos de casas y tiendas.

También la tecnología se erige como línea divisoria. Cualquier persona que viaje se dará cuenta rápidamente de que los servicios que se dan por supuesto en el propio país son difíciles de encontrar o inexistentes en otros lugares. En parte, esto se debe a la disparidad de recursos, pero también a las formas diferentes de evaluar lo que de verdad importa.

En la siguiente recopilación de artículos, *Technology Review* le ofrece la visión de siete países. Constituyen una muestra del mundo: hemisferios norte y sur, naciones desarrolladas y en vías de desarrollo, con tradiciones democráticas, autocráticas y comunistas. En cuatro casos (China, Alemania, Holanda y Estados Unidos), los autores son redactores de *Technology Review* o de una de sus ediciones extranjeras. Para los informes sobre la tecnología en los otros tres países (Sudáfrica, Chile y Brasil), nos hemos dirigido a periodistas que trabajan en estos lugares. Pedimos a estos redactores que escribieran sobre las tecnologías emergentes más importantes para las sociedades y

economías de sus naciones y que explicaran qué provoca que estas tecnologías sean características exclusivas de sus países.

Cada país revela sus propias preocupaciones, derivadas, por regla general, de su historia peculiar y de sus circunstancias actuales. Los holandeses, por ejemplo, dedican los recursos de los modelos informáticos para administrar el agua y el suelo, tareas sin las que correría peligro la propia existencia de los Países Bajos. Los Estados Unidos han medido en gran parte el valor de los proyectos de I + D por su potencial para incrementar la capacidad de la nación a la hora de intervenir en guerras y defenderse de ataques terroristas. En Alemania, lugar de origen de las primeras autopistas del mundo y de algunos de sus más famosos fabricantes de automóviles, no es sorprendente encontrarse con proyectos orientados a conseguir que la conducción sea más segura y más rápida.

En todo caso, nuestros redactores han descubierto más de una docena de tecnologías emergentes o ideas sobre la innovación vitales para el futuro de estos siete países. No obstante, es patente el hecho de que, incluso las innovaciones que se orientan de forma más directa a satisfacer necesidades regionales urgentes, pueden aplicarse en todo el planeta. ■

# Brasil

**El gigante de Sudamérica se está apartando del petróleo y llevando la Red a los pobres.**  
 Por Laura Somoggi

**LAS DOS PRIORIDADES MÁXIMAS** de Brasil son reducir la dependencia de las fuentes de energía importadas y llevar las tecnologías digitales a la inmensa mayoría de los 180 millones de personas del país, que ahora no pueden permitírselas.

En energía, el centro de mayor actividad es el biodiésel, un combustible preparado con el aceite de semillas de soja, ricino y algodón. El biodiésel podría llegar a ser una alternativa atractiva, de producción nacional, a los combustibles petrolíferos. Brasil ha promulgado una ley que impone que el combustible diésel que se venda en el país contenga un 2% de biodiésel en 2008 y el 5% en 2013. Como el país tiene enormes cantidades de tierra no apta para el cultivo de alimentos pero que sí permite el cultivo de semillas oleaginosas, "Brasil puede convertirse en una potencia mundial en biodiésel", dice Maria das Graças Foster, secretaria de petróleo, gas y energía renovable del Ministerio de Minas y Energía.

Las consecuencias pueden ser considerables. En la actualidad, Brasil importa el 15% de los 37.000 millones de litros de gasóleo que consume anualmente. El uso a gran escala de combustibles biodiésel permitiría casi suprimir esas importaciones y crearía puestos de trabajo en comunidades agrícolas necesitadas. También hay que señalar beneficios medioambientales importantes: la sustitución de combustibles petrolíferos por biodiésel reduce las emisiones de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, sulfatos, azufre y otros contaminantes.

Otro combustible alternativo que podría ayudar a Brasil a reducir su dependencia del petróleo es el etanol de la caña de azúcar. Un estudio dirigido por Roberto Giannetti da Fonseca, especialista en comercio exterior, descubrió que Brasil es el mayor productor de etanol combustible

del mundo, con un potencial de exportación de hasta 10.000 millones de litros al año, con unos ingresos de alrededor de 2.000 millones de dólares. A causa de su uso generalizado de etanol combustible, Brasil ha desarrollado el automóvil "flex-fuel" o apto para diversos combustibles, que monta un motor de combustión interna que puede quemar etanol, gasolina o una combinación de ambos. Volkswagen presentó el automóvil en Brasil en marzo de 2005. El año pasado, las ventas de los nuevos vehículos flex-fuel o de etanol ascendieron al 26% de las ventas totales de automóviles. Según los cálculos de Booz Allen, esa fracción podría llegar hasta el 40% en los dos próximos años, y Brasil podría empezar a exportar la tecnología flex-fuel. "Gracias a esta tecnología, Brasil no será dependiente del petróleo ni del etanol", dice Fernando Reinach, director ejecutivo de Votorantim Novos Negócios, la subsidiaria de capital riesgo del Grupo Votorantim, un importante grupo industrial brasileño.

Mientras que la reducción de la dependencia energética ayudará a la economía brasileña a largo plazo, otra iniciativa tecnológica está comenzando a tener consecuencias más inmediatas. Sólo alrededor del 12% de los brasileños posee un ordenador personal. En los últimos años, ha surgido una serie de proyectos encaminados a poner la tecnología informática al alcance de gran número de brasileños que, hasta ahora, no podía acceder a la misma. El Comité para la Democratización de la Informática (CDI), por ejemplo, recoge ordenadores personales en buenas condiciones de los que se hayan deshecho las empresas por anticuados y los envía a centros de formación en tecnología de la información. Más de 900 escuelas de Brasil y de otros países se han beneficiado de este programa.

En 2001, nació un nuevo proyecto que pretende facilitar a los brasileños que no dispongan de ordenador una especie de

máquina virtual, siempre que tengan acceso a un terminal informático compartido. El proyecto se conoce como Computador de R\$1.00, u "Ordenador por 1 real", equivalente a unos 35 céntimos de €. Ése es el precio de un CD grabable que almacena los datos personales y el entorno que personaliza el aspecto de una pantalla de ordenador. El usuario se limita a introducir el disco en la unidad de CD de un ordenador de una escuela, de una biblioteca pública o, incluso, de un centro comercial. El sistema lee el disco y presenta un entorno informático personalizado, completo con programas de aplicaciones y acceso a contenidos

adicionales de Internet. El proyecto ya está funcionando en plan de prueba en centros comunitarios y escuelas de ciudades como São Paulo, Brasilia y Campinas; cientos de escuelas brasileñas empezarán pronto a ofrecer discos del sistema a sus alumnos. Colaboran en el proyecto Siemens, T-Systems, Brasil Telecom, la Universidad de Brasilia, la Editora Abril y la firma informática brasileña Samurai.

Una aplicación de la tecnología de la información en la que Brasil ocupa un puesto de cabecera es la de las máquinas de votación. En las elecciones locales brasileñas de 2000, 5.559 distritos municipales ofrecieron por primera vez a los votantes la oportunidad de votar electrónicamente. La mayoría de los colegios electorales utilizó una máquina electrónica de votación

portátil y sencilla. Para fomentar la confianza en la fiabilidad del sistema, la ley brasileña garantiza que todos los partidos políticos puedan examinar el software de la máquina antes de las elecciones, dice Paulo César Bhering Camarão, secretario de tecnología informática del Tribunal Supremo Electoral. Una firma digital extraída del software puede utilizarse para verificar que el programa utilizado el día de las elecciones es el mismo que se examinó previamente.

*Laura Somoggi es redactora de la Harvard Business Review Latin America.*

## En números

Cultivos modificados genéticamente	5 millones de hectáreas
Coste medio de 20 horas de uso de Internet	\$27,99 (22,80 €)
Abonados a televisión por cable por cada 1.000 personas	14
Exportaciones de alta tecnología (% de manufacturas exportadas)	19%
Gasto per cápita en tecnología de la información y la comunicación	\$205 (166,96 €)
Usuarios de Internet por cada 1.000 personas	82
Teléfonos móviles por cada 1.000 personas	201
Compras de medicamentos recetados	5 millardos \$ (4.065.550 €)
Gasto en I+D (% del PIB):	0,8%

FUENTES: INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRIBIOTECH APPLICATIONS, BANCO MUNDIAL, ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DE DESARROLLO ECONÓMICOS

# China

**Los investigadores chinos están buscando una vacuna contra el Síndrome Agudo Respiratorio Severo (SARS) y la independencia energética e informática.**

Por Elsie Chan

**ALGUNAS DE LAS** ciudades más contaminadas del mundo están en China, por lo que no resulta sorprendente que las fuentes de energía limpias sean una de las prioridades de investigación y desarrollo del país. El Instituto de Energía Solar de la Universidad Yiao Tong de Shanghai, por ejemplo, ha construido una casa prototipo de una planta y de 245 m<sup>2</sup> que utiliza muchas formas de energía renovable, complementadas con energía procedente de fuentes convencionales. El sistema de energía de la casa incluye una batería de células fotovoltaicas que genera 1.700 vatios de electricidad en condiciones de plena luz solar, y 3 conjuntos de turbinas eólicas de 300 vatios. El sistema puede generar alrededor de 3.000 kilovatios hora de energía eléctrica al año, sobre todo para iluminación, electrodomésticos y bombas de agua.

Fuera de la casa hay una farola con su propio sistema de energía solar independiente. Veinte metros cuadrados de paneles de energía solar y bombas de calor de 2.000 vatios producen el calor necesario para la calefacción de la casa y el suministro de agua caliente. Pueden bañarse 20 personas en verano y 10 en invierno, quedando todavía agua suficiente para los usos rutinarios. Las mismas bombas de calor funcionan en sentido inverso durante el verano para refrescar alrededor de una cuarta parte de la casa, un área de 60 metros cuadrados. Basándose en la cantidad media anual de luz solar que recibe Shanghai, el sistema podría producir 10.700 kilovatios hora de calor al año. El objetivo que se persigue es que la casa tome del sol

el 70% de sus necesidades energéticas. Un tubo colector de energía solar inventado por un profesor de la Universidad Tsingua podría hacer más práctica la energía solar. El colector de calor de vidrio al vacío tiene un revestimiento de nitrato de aluminio que absorbe energía solar. Cada una de las múltiples capas del revestimiento absorbe una longitud de onda luminosa diferente, transformándola en calor. El colector puede recoger entre el 50 y el 60% de la energía solar incidente, la cual puede utilizarse para calentar agua o aire. Tsingua ha solicitado más de 30 patentes relacionadas con el dispositivo, que ya se vende en China, Suiza, Japón y Alemania.

En otro proyecto de eficiencia energética, el grupo de investigación sobre los automóviles con energía limpia, del College of Automotive Engineering de la Universidad Tongyi de Shanghai, está desarrollando una serie de coches que llama "Chunhui" (o "Luz solar de primavera"), que cuenta con tracción eléctrica independiente a cada una de las cuatro ruedas. La energía de los automóviles Chunhui la suministran baterías de litio y células de hidrógeno; su única emisión es vapor de agua.

Otro problema que ha afligido a China en los últimos años ha sido la aparición del síndrome agudo respiratorio severo o SARS. También aquí, los investigadores están haciendo progresos significativos. En diciembre, la Academia China de Ciencias Médicas y la compañía china de biotecnología Sinovac finalizaron con éxito una primera fase del estudio clínico de una vacuna contra el SARS. Los investigadores de la Academia elaboraron un chip proteínico para detectar anticuerpos contra el virus del SARS, establecieron las

técnicas analíticas de la huella del suero del SARS en el espectrómetro de masas y desarrollaron un juego de ensayo del test inmunoabsorbente ligado a enzimas (sus siglas en inglés: ELISA) para el diagnóstico del SARS, cuya precisión puede llegar al 90% si se utiliza pasados 10 días desde la aparición de los primeros síntomas.

En electrónica, China tiene la fama de ser un fabricante barato de productos diseñados y desarrollados en otros países. Sin embargo, esta fama está empezando a cambiar. El año pasado, la Academia de Ciencias china presentó el Dawning 4000A, un superordenador que realiza más de 10 billones de operaciones por segundo y, en ese momento, ocupaba el décimo puesto de los ordenadores de mayor rendimiento del mundo. Se pretende que esta máquina preste servicios de proceso de información a organizaciones de investigación, fábricas y empresas comerciales de toda China.

Los investigadores chinos también han abordado lo que ha constituido uno de los vacíos más importantes del panorama tecnológico del país: la carencia de un chip informático creado en el país. En 2002, la Academia de Ciencias china anunció el desarrollo de la serie "Godson" de

chips de ordenador, lo que marca un nuevo punto de partida de la industria de la tecnología de la información. Con los Godson, el país cuenta por fin con sus propios procesadores, que no devengan derechos de patentes y que pueden ajustarse mejor a las necesidades locales. Por fin, tras muchos años una colonia manufacturera, China puede empezar a lograr su independencia informática.

*Elsie Chan es redactora de la edición china de Technology Review.*

## En números

Cereales modificados genéticamente	3,7 millones de hectáreas
Coste medio de 20 horas de uso de Internet	\$10.14 (8,24 €)
Abonados a televisión por cable por cada 1.000 personas	75
Exportaciones de alta tecnología (% de manufacturas exportadas)	23%
Gasto per cápita en tecnología de la información y la comunicación (TIC)	\$58 (47,16 €)
Ingresos de las firmas más importantes de TIC	30 millardos \$ (24.400 millones €)
Empleados de las firmas más importantes de TIC	191.600
Usuarios de Internet por cada 1.000 personas	46
Teléfonos móviles por cada 1.000 personas	161
Gasto en I+D (% del PIB)	0.6%

FUENTES: INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRIBIOTECH APPLICATIONS, BANCO MUNDIAL, ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DE DESARROLLO ECONÓMICOS

# Chile

## Las innovaciones biotecnológicas mejoran las industrias básicas del país: la minería y la pesca del salmón.

Por Gonzalo Argandoña

¿CÓMO PUEDE competir económicamente un pequeño país sudamericano con naciones que invierten entre 10 y 20 veces más en investigación y desarrollo? La estrategia de Chile consiste en buscar soluciones para las necesidades locales que no se hayan abordado fuera. En particular, las universidades, las empresas privadas y el gobierno están trabajando juntos con el fin de desarrollar nuevas aplicaciones biotecnológicas en industrias vitales para la economía de Chile.

Tomemos la minería. Chile es el mayor productor de cobre del mundo, y el cobre constituye alrededor de la mitad de las exportaciones del país. Sin embargo, se está haciendo cada vez más difícil encontrar depósitos de óptima calidad cuya extracción resulte barata y fácil. En consecuencia, el gobierno ha fomentado la colaboración entre la corporación minera del estado, Codelco, y Nippon Mining and Metals, de Japón. Una joint venture entre estas dos organizaciones, denominada Biosigma, está desarrollando el uso de bacterias para extraer cobre del mineral. Este enfoque, conocido como biominería, es menos caro y menos destructivo, desde el punto de vista medioambiental, que los procedimientos convencionales. “Somos una de las primeras compañías totalmente especializadas en el desarrollo y la aplicación de la genómica a la minería”, dice Ricardo Badilla, consejero delegado de la compañía con sede en Santiago.

Durante muchos años, los mineros han utilizado microbios para extraer cobre y otros metales de los concentrados de mi-

neral de baja calidad. El organismo más utilizado es una bacteria llamada *Acidithiobacillus ferrooxidans*, que rompe los enlaces entre el cobre y el azufre, pero los investigadores de Biosigma aislaron un nuevo conjunto de bacterias que rinden más que las anteriores. La compañía secuenció los genomas de las bacterias y solicitó las patentes para algunos de los genes que descubrió (Biosigma no ha desvelado aún la identidad de las bacterias). El procedimiento parece tan prometedor que este año Biosigma recibirá 16 millones de dólares de sus compañías madres para continuar sus operaciones. Biosigma planea llevar a cabo pruebas de campo con las nuevas bacterias hacia finales del año.

“Esperamos conseguir incrementar entre dos y tres veces las reservas de cobre de Codelco”, dice Badilla. Esa expansión influiría en el mercado global, porque Codelco posee alrededor del 20% de las reservas mundiales de cobre.

Otra colaboración con éxito entre el sector público y el privado ha dado lugar a una innovación tecnológica que no afecta a la tierra sino al agua. La industria chilena del salmón -que ocupa el segundo lugar, tras la noruega- está amenazada por una bacteria que se desarrolla en las células hepáticas del salmón, mata cantidades masivas de peces en las piscifactorías de salmón y cuesta al sector alrededor de 150 millones de dólares anuales. Como este microbio -*Piscirickettsia salmonis*- no causa ni con mucho tanto daño en el hemisferio norte, los investigadores y los empresarios chilenos tenían que hallar una forma autóctona de combatirlo.

El trabajo estuvo coordinado por Pablo Valenzuela, investigador principal del Instituto Millenium de Biología Fundamental y Aplicada de Santiago. Valenzuela y su equipo secuenciaron todos los genes del microorganismo que mata el salmón, lo que les permitió identificar los genes res-

ponsables de la infección. Esos genes se utilizaron después como base para un conjunto de cinco vacunas, que se probaron con éxito en las piscifactorías. Se otorgó la licencia de la vacuna más eficaz a Novartis Animal Vaccines. Valenzuela estima que la vacuna tiene un mercado potencial de unos 41 millones de euros anuales, mientras que los costes anuales de investigación se sitúan en torno a 1 millón de dólares.

Se considera que el abismo que existe entre los investigadores y las necesidades de la industria es una de las principales limitaciones para la innovación en Chile, así como en otras naciones latinoamericanas. Valenzuela ha propuesto una estrategia para estimular el desarrollo biotecnológico en cinco industrias de particular importancia para Chile: minería,

acuicultura, explotación forestal, vinos y frutas. En un artículo reciente, Valenzuela explica que “la idea de este plan es situar la biotecnología chilena bajo el paraguas de las industrias de éxito, de forma similar a lo ocurrido en los Estados Unidos con las organizaciones biotecnológicas relacionadas con la salud, empleadas inicialmente por las compañías farmacéuticas”.

La biotecnología podría ayudar también a la industria vinícola de Chile, que ha experimentado un crecimiento explosivo en los últimos años. Nicolás Beltrán, investigador en la Universidad de Chile en Santiago, ha trabajado con viticultores para desarrollar un sistema que utilice un sensor químico estándar -una “nariz electrónica”- y una red neural artificial para certificar la calidad, pureza y origen de los vinos. Es posible “entrenar” el sistema para que distinga entre cabernet sauvignon, merlot y chardonnay. Beltrán está trabajando ahora para dar al sistema la capacidad de reconocer los valles en los que se hayan cultivado las uvas con el fin de certificar su denominación de origen.

*Gonzalo Argandoña es escritor y productor de TV, y trabaja en Santiago de Chile*

### By the Numbers

Coste medio de 20 horas de uso de Internet	\$21.81 (1773 €)
Abonados a televisión por cable por cada 1.000 personas	57,4
Exportaciones de alta tecnología (% de manufacturas exportadas)	3,2%
Gasto per cápita en tecnología de la información y la comunicación (TIC)	\$246 (200 €)
Usuarios de Internet por cada 1.000 personas	238
Teléfonos móviles por cada 1.000 personas	428
Gasto en I+D (% del PIB)	0,6%

FUENTE: BANCO MUNDIAL

# Alemania

**Los alemanes están trabajando en automóviles conectados a internet, plantas nucleares más seguras y neurotecnología.**

Por Thomas Vašek

**HACE UN SIGLO**, con su industria química a la cabeza del mundo y su cuadro de físicos de primera fila, Alemania era considerada como un peso pesado tecnológico. Sin embargo, en la actualidad, se ha quedado atrás en muchas áreas de la tecnología emergente. La industria biotecnológica alemana, por ejemplo, comenzó demasiado tarde (prácticamente, no existió hasta mediados de la década de 1990) y todavía está tratando de hacerse un sitio, y, aunque las universidades alemanas están haciendo una excelente investigación en nanotecnología, muchos temen que el país no convierta esa ciencia básica en productos.

La mayor potencia de Alemania es su industria automovilística. En los años venideros, muchas tecnologías emergentes, desde los enlaces ópticos de comunicación hasta los materiales nanotecnológicos, hallarán su sitio dentro de los coches. La innovación tecnológica será crítica para crear las oportunidades que acaben con los problemas que aquejan en la actualidad a los constructores alemanes y a sus proveedores. En particular, los fabricantes alemanes están apostando por los sistemas informatizados de asistencia que hacen que la conducción sea más segura y cómoda.

La idea básica es que el coche recoja información de diversos sensores, como cámaras y radares, y la cartografía en un modelo digital de las condiciones de tráfico del entorno. En caso de peligro, el sistema lanzaría una señal de aviso al conductor. En sistemas más avanzados, los vehículos podrían utilizar comunicaciones inalámbricas para informarse unos a otros en tiempo real de manchas de aceite, atascos o accidentes. BMW está trabajando sobre redes inalámbricas para automóviles que establezcan automáticamente conexiones entre los vehículos, con el fin de intercam-

biar información crítica recibida de los sensores; un coche que detecte un tramo de pavimento resbaladizo, por ejemplo, podría transmitir esa información a otros coches que circulen por la misma vía. El objetivo es crear redes de coches intercomunicados que pudieran llegar algún día a constituir una especie de Internet automóvil. Los investigadores de la Universidad de Stuttgart, en colaboración con Daimler-Chrysler y otros fabricantes automovilísticos alemanes, están diseñando y probando también sistemas para ayudar a los conductores en las intersecciones. Esos sistemas podrían combinar información de los semáforos o señales de tráfico con datos de los sensores a bordo acerca de otros vehículos y su velocidad o distancia para que los conductores atraviesen los cruces con mayor seguridad.

Aunque han presentado prototipos de vehículos híbridos de gasolina y electricidad, los fabricantes alemanes están apostando por la idea a más largo plazo de coches con células de hidrógeno. Daimler-Chrysler, por ejemplo, ha manifestado que sacará al mercado estos vehículos en 2010, y en lo que presenta todos los síntomas de ser un giro un tanto sorprendente, la demanda de hidrógeno que de ello se derive llevará a un renacimiento nuclear en Alemania. Tras las masivas protestas antinucleares de finales de la década de los 90, la coalición gobernante de socialdemócratas y verdes decidió cerrar las centrales nucleares de Alemania en 2020. El país se comprometió a desarrollar, en cambio, fuentes de energía renovable, como la eólica y la solar.

Pero se discute mucho si las fuentes de energía renovable pueden contribuir en grado suficiente a la producción alemana de energía; de ahí la reaparición de la opción nuclear. Los

diseñadores de la llamada tercera generación de centrales nucleares sostienen que su tecnología es mucho menos peligrosa. El reactor europeo de agua a presión, por ejemplo, desarrollado por Siemens y la empresa francesa Framatome, tiene diversos dispositivos de seguridad, como el doble muro de contención, que permiten suponer, al limitar la emisión de radiactividad, que una fusión catastrófica del núcleo del reactor sería mucho más fácil de dominar. Dada la disponibilidad de esas tecnologías mejoradas de los reactores, es posible que los alemanes cambien su forma de pensar sobre la energía nuclear. Aunque la coalición ahora en el poder siga oponiéndose frontalmente a ella, el partido Cristianodemócrata ha anunciado que, si vuelve al poder -perspectiva no poco probable-, revisará la política del país con respecto a la energía nuclear.

De cara al futuro, los investigadores alemanes están haciendo una ciencia básica de primera clase en campos que van desde la ciencia de los materiales a la biomedicina. Los neurocientíficos alemanes han hecho importantes aportaciones a la investigación sobre los implantes cerebrales y las interfaces no invasivas cerebro-máquina. No obstante, la neurotecnología conlleva delicados problemas éticos. Una preocupación que suscita es que los descubrimientos de la ciencia del cerebro debiliten nuestra idea de autonomía y responsabilidad individual.

Ante estas cuestiones, tanto en Alemania como en otros países, los neurocientíficos deben conciliar los poderes de la nueva tecnología con los conceptos de conciencia y de libre albedrío. Pero ésta es una tarea que se adapta muy bien al país que dio al mundo a Emmanuel Kant.

*Thomas Vašek es redactor jefe de la edición alemana de Technology Review*

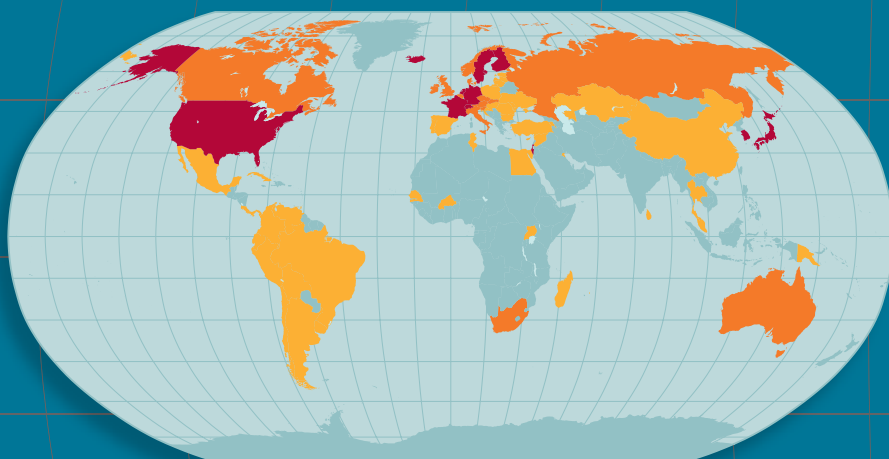
## En números

Coste medio de 20 horas de uso de Internet	\$14.10 (11,46 €)
Abonados a televisión por cable por cada 1.000 personas	250
Exportaciones de alta tecnología (% de manufacturas exportadas)	16,6%
Gasto per cápita en tecnología de la información y la comunicación (TIC)	1.252 \$ (1.018 €)
Empleados de las firmas más importantes de TIC	751.600
Ingresos de las firmas más importantes de TIC	153 millardos \$ (124.405 millones €)
Usuarios de Internet por cada 1.000 personas	412
Teléfonos móviles por cada 1.000 personas	727
Compras de medicamentos	25 millardos \$ (20.328 millones €)
Gasto en I+D (% del PIB)	2,5%

FUENTE: IMS HEALTH, BANCO MUNDIAL, ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DE DESARROLLO ECONÓMICOS

# La Medida de la Tecnología Global

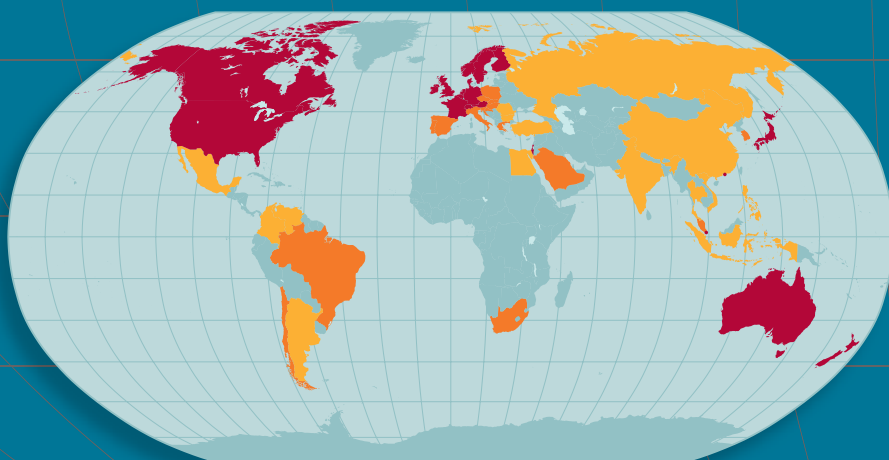
Es fácil que pensemos en los países europeos y norteamericanos económicamente avanzados como líderes tecnológicos globales. En general, así es. Estos países tienden a destacar de modo especial en medidas como el uso de Internet, el gasto tecnológico por persona y el coste del acceso a Internet. Los países en vías de desarrollo económico están relativamente bien representados en lo que respecta al uso destacado de teléfonos móviles y de Internet, así como, cada vez más, a la producción de cultivos modificados genéticamente.



## I+D, como porcentaje del PIB

### LOS CINCO PAÍSES MÁS DESTACADOS

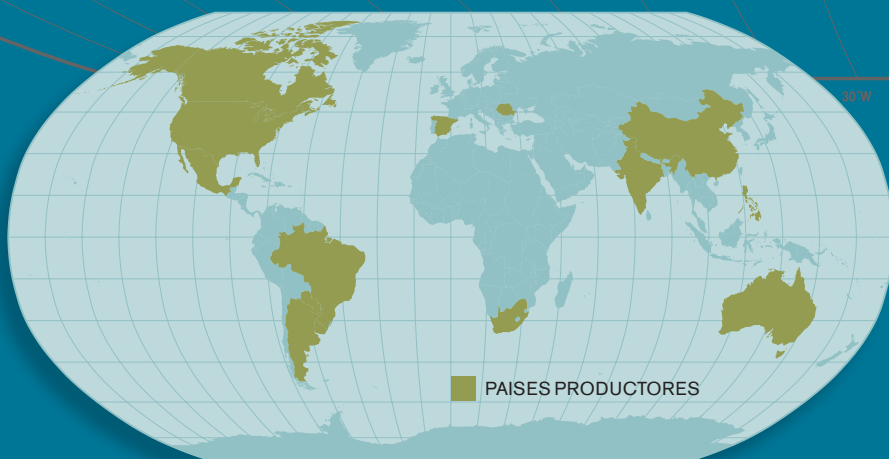
1. Israel
2. Suecia
3. Finlandia
4. Japón
5. Islandia



## Gasto per cápita en tecnologías de la información y la comunicación

### LOS CINCO PAÍSES MÁS DESTACADOS

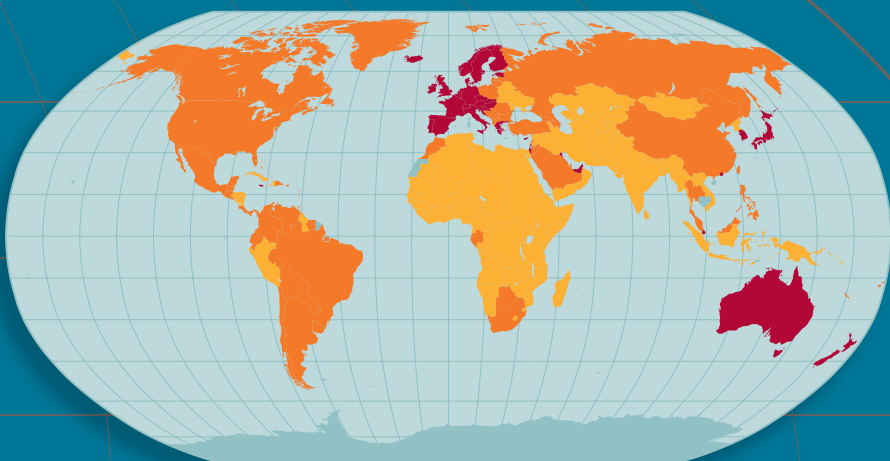
1. Estados Unidos
2. Suiza
3. Dinamarca
4. Suecia
5. Noruega



## Productores de cultivos modificados genéticamente

### LOS CINCO PAÍSES MÁS DESTACADOS

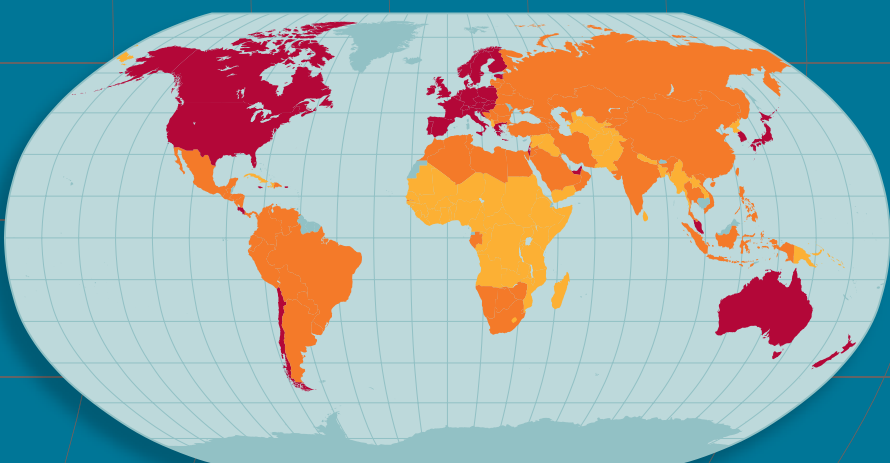
1. Estados Unidos
2. Argentina
3. Canadá
4. Brasil
5. China



## Uso de teléfono móvil por cada 1.000 personas

### LOS CINCO PAÍSES MÁS DESTACADOS\*

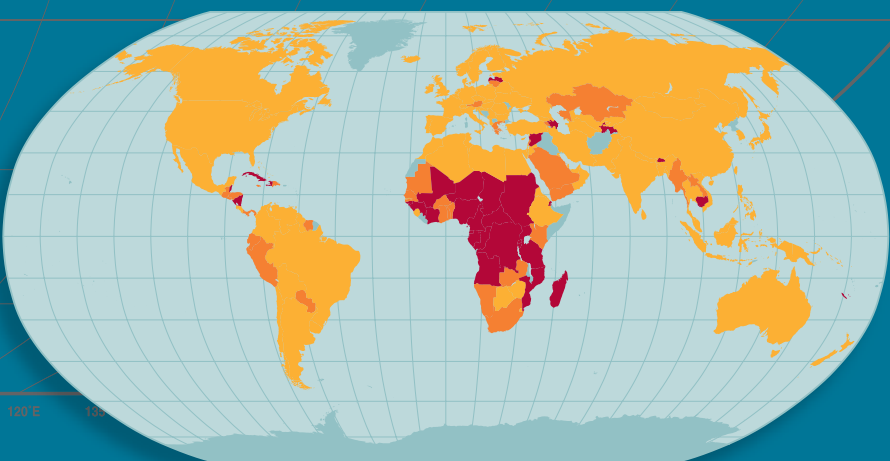
1. Luxemburgo
2. Israel
3. Italia
4. Islandia
5. Suecia



## Uso de Internet por cada 1.000 personas

### LOS CINCO PAÍSES MÁS DESTACADOS

1. Suecia
2. Corea de Sur
3. Estados Unidos
4. Canadá
5. Dinamarca



## Coste del acceso a Internet

### PAÍSES MÁS CAROS

1. República Centroafricana
2. Sudán
3. Haití
4. Gabón
5. República del Congo

Escala: Alto ■ Medio ■ Bajo ■

A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA, LOS DATOS CORRESPONDEN A 2004. COSTE POR 20 HORAS DE USO DE INTERNET: LOS DATOS SON DE 2003; ALTO ES > 50 \$ (40,6 €), MEDIO ES 30 \$ (24,39 €)- 50 \$ (40,6 €), BAJO ES < 30 \$ (24,39 €). GASTO EN I+D COMO PORCENTAJE DEL PIB: LOS DATOS SON DE 2000-2002; ALTO ES > 2%, MEDIO ES 1-2%, BAJO ES < 1%. GASTO PER CÁPITA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN: LOS DATOS SON DE 2002, EXCEPTO EN EL CASO DE ISLANDIA, QUE SE REFIEREN A 2001; ALTO ES > 1.000 \$ (813,11 €), MEDIO ES 200 \$ (162,62 €)- 1000 \$ (813,11 €), BAJO ES < 200 \$ (162,62 €). USO DEL TELÉFONO MÓVIL POR CADA 1.000 PERSONAS: LOS DATOS SON DE 2000-2002; ALTO ES > 500, MEDIO ES 100-500, BAJO ES < 100. USO DE INTERNET POR CADA 1.000 PERSONAS: LOS DATOS SON DE 2000-2002; ALTO ES > 150, MEDIO ES 15-150, BAJO ES < 15

FUENTES: INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS, BANCO MUNDIAL, ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DE DESARROLLO ECONÓMICOS

\* SI SE CONSIDERA COMO PAIS INDEPENDIENTE, HONG KONG SERÍA TERCERA EN ESTA LISTA.



# Sudáfrica

**El software libre y la tecnología del habla podrían ayudar a este país multicultural a entrar en las grandes ligas de la tecnología de la información.**

Por Janet Paterson y Pamela Weaver

**SUDÁFRICA TIENE** un problema lingüístico. Sus 46 millones de personas hablan 11 lenguas oficiales. Entremos en la unidad de Tecnología del Lenguaje Humano (HLT) del Consejo de Investigación Científica e Industrial (CSIR), en Pretoria, una de las mayores instituciones de I+D, tecnología e innovación de África.

Los investigadores de HLT están desarrollando formas innovadoras de dar acceso al conocimiento a más personas de distintas procedencias. “Para afrontar las necesidades sudafricanas, hemos de tener en cuenta el nivel de alfabetización de los usuarios, su sofisticación técnica y los factores culturales”, dice Marelie Davel, la científica informática que codirige el grupo de investigación HLT.

Uno de los mayores éxitos de la unidad HLT es un sistema muy eficiente de creación de diccionarios de pronunciación. Davel explica que el sistema se ha probado con una serie de idiomas sudafricanos, como el isizulú, el setsguana, el afrikaans y el sepedi. Los investigadores han desarrollado también un sistema de síntesis de habla para el isizulú, que es la primera lengua para más sudafricanos, el 24%. El sistema, que se está probando

ahora, permite a las personas saber leer el isizulú oralmente con los hablantes nativos.

El otro área principal de innovación de Sudáfrica

de otro tipo: el proceso cooperativo que preside el movimiento de desarrollo del software libre. Más del 80% de los seis millardos de rands (unos 738,5 millones de €) del gasto anual del país en software y licencias va a compañías extranjeras, según la campaña a favor del software libre de la Fundación Shuttleworth. Esta dependencia del hardware y del software propiedad de terceros obstaculiza el desarrollo de las competencias de tecnología de la información y elimina oportunidades de crecimiento económico.

El software libre ofrece unas herramientas que son esenciales para la capacidad de Sudáfrica de producir software original y crear nuevos mercados y oportunidades locales. También amplía el acceso a la informática a una población que estaba en situación desventajosa, dado que, con frecuencia, los sistemas operativos libres funcionan mejor en ordenadores antiguos que irían muy lentos si se los sometiese a las exigencias de recursos de la última versión de Windows. Sin productos de software libre, muchos niños africanos no tendrían oportunidad de utilizar ordenadores por el mero hecho de que los sistemas licenciados están fuera del alcance de la mayoría de las escuelas.

Una organización que lidera el renacimiento del software libre en Sudáfrica es Go Open Source, fundada por el multimillonario hombre de negocios sudafricano y turista espacial Mark Shuttleworth. Go Open Source ha distribuido CDS gratuitos con software libre y una versión local de Linux llamada Ubuntu (palabra bantú que significa “humanidad con los demás”). La compañía sudafricana Canonical ofrece soporte para el Ubuntu Linux, así como un programa de traducción cuyo fin es aliviar el problema de la accesibilidad (no es fácil persuadir a un desarrollador de software comercial de que merece la pena desarrollar software para

usuarios que hablan sozo o xosa).

La primera distribución de Linux totalmente desarrollada en Sudáfrica ha surgido del proyecto Impi Linux. Denominada como los guerreros de la tribu zulú, Impi Linux 2 fue desarrollada a partir de cero por un equipo de grupos de usuarios de Linux, con el respaldo de la firma local de software Cubit y la orientación de Ross Addis, presidente del Gauteng Linux Users Group. “Los desarrolladores de otros países no conocen o no se preocupan por las necesidades sudafricanas”, dice Addis. Menciona la rápida adaptación (unas dos semanas) de Impi Linux 2 para que incluyera soporte al servicio de banda ancha “My Wireless” de la firma local Sentech.

The Free and Open Source Software Foundation for Africa estima que el valor de la industria de tecnología de la información de África alcanza unos 25 millardos de dólares (unos 20 millardos €). Se tiene cada vez más la sensación de que ceder esa riqueza a empresas occidentales supone des-

perdiciar la oportunidad de despertar el talento indígena para el desarrollo de software en el país. El software libre da a África la oportunidad de convertirse en un continente de desarrolladores, en vez de consumidores de los productos de las tecnologías occidentales de la información. Podría facilitar a los sudafricanos corrientes un acceso sin restricciones a todo un conjunto de aplicaciones que les permitieran desarrollar sus propios negocios, educar a sus hijos y desarrollar las competencias de tecnología de la información que hagan que Sudáfrica recorra la vía tecnológica con el resto del

mundo.

*Janet Paterson es redactora de la revista sudafricana de estrategia de los negocios Intelligence. Pamela Weaver es redactora de la revista de tecnología NetPlus.*

## En números

Cultivos modificados genéticamente	500.000 hectáreas
Coste medio de 20 horas de uso de Internet	33,33 \$ (27,10 €)
Exportaciones de alta tecnología (% de manufacturas exportadas)	3,2%
Gasto per cápita en tecnología de la información y la comunicación (TIC)	225 \$ (182,95 €)
Usuarios de Internet por cada 1.000 personas	68
Teléfonos móviles por cada 1.000 personas	304

FUENTES: INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRIBIOTECH APPLICATIONS, BANCO MUNDIAL

# Holanda

**Un país cuya existencia es toda una obra de ingeniería está aprovechando su secular maestría en la manipulación del agua.**  
Por Erwin van den Brink

**EL MORTAL TSUNAMI DE DICIEMBRE** en el océano Índico nos recordó lo vulnerables que son las zonas costeras bajas a las fuerzas de la naturaleza. En Holanda, que, desde hace siglos, se ha hecho a sí misma a costa del océano, y un cuarto de cuya masa de tierra está por debajo del nivel del mar, mientras que dos tercios son vulnerables a las inundaciones, el dominio de las aguas costeras sigue siendo objeto de muchas innovaciones tecnológicas.

En parte, los holandeses adquirieron su maestría hidráulica en respuesta a los desastres. En 1953, una serie de diques marinos de la parte sudoeste del país cedieron a la fuerza de la marea. El desastre, que mató a 1.800 personas, impulsó uno de los mayores proyectos hidráulicos de la historia del país: los Delta Works. Casi todas las ensenadas y estuarios de la parte sudoeste del país se cerraron mediante un sistema de diques y barreras contra los temporales. Se dotó a una de las dos principales arterias que permanecen abiertas, el estuario próximo a Rotterdam, con la barra móvil antitemporal más grande que se haya construido nunca. Conocida como la Maeslant Barrier, cuenta con un sistema automatizado de control que cierra sus compuertas gigantes de acuerdo con la información meteorológica en tiempo real, que puede indicar que se acerca una marea viva. El software del sistema se beneficia de una rama de las matemáticas conocida como “métodos formales”; su funcionamiento está sometido a vigilancia continua y se perfecciona a medida que progresa el conocimiento del comportamiento meteorológico.

Si los diques, barras y estaciones de bombeo fallaran de nuevo como en 1953, un área de 150 por 150 kilómetros, densamente poblada, sufriría una inundación catastrófica. Bas Jonkman, ingeniero civil del ministerio holandés de Transporte, Obras Públicas y Gestión de Aguas, y Nathalie Asselman, in-

vestigadora de Delft Hydraulics, simularon no hace mucho la rotura de un dique próximo a la población holandesa de Capelle aan den IJssel. Según su simulación, en el peor escenario posible, el nivel del agua ascendería en ese pueblo cinco o seis metros en unas horas y mataría a unas 72.000 personas. Para ayudar a impedir tragedias de este tipo, Holanda ha informatizado la mayor cantidad posible de aspectos de la defensa contra el mar. Determinadas instituciones, como la Universidad de Tecnología Delft, el Instituto para la Educación sobre el Agua UNESCO-IHE, WL/Delft Hydraulics y la consultora de desarrollo tecnológico TNO utilizan modelos informáticos que simulan la re-acción del agua y los sedimentos a la interferencia humana. Estas simulaciones se emplean para calcular los efectos de megaproyectos tales como la construcción de un aeropuerto en una isla artificial en el mar del Norte o la creación de cientos de hectáreas de tierra nueva cerca de la costa y, en realidad, de cualquier proyecto de ingeniería civil.

Los sistemas del tiempo y del clima, como los desplazamientos de los sedimentos y las corrientes de los ríos y los mares, no se pueden describir con precisión utilizando modelos lineales. Las investigaciones de los matemáticos holandeses sobre los sistemas no lineales han producido modelos informáticos de estos fenómenos que son de vital importancia para la supervivencia del país. Gracias a estos modelos, las estaciones de bombeo que evitan que se inunden las tierras bajas holandesas pueden prever lluvias prolongadas y las barras mecánicas antimareas pueden cerrarse a tiempo cuando se acercan grandes temporales. La ingeniería holandesa no sólo se ha ocupado del control del flujo de agua, sino también de mantenerla limpia. En Holanda, la cadena de agua potable es un sistema completamente cerrado: las aguas residuales se tratan de manera que puedan verterse sin problema en las aguas superficiales. La purificación del agua potable ha comenzado a de-

pender no hace mucho de nuevas técnicas, que respetan el medio ambiente: se utilizan ultramembranas y luz ultravioleta para eliminar las bacterias. Las ultramembranas, con poros tan finos que pueden cribar físicamente células, se han adoptado de forma generalizada entre los últimos 5 y 10 años. La tecnología ultravioleta desarrollada por las empresas holandesas de ingeniería, como DHV, se utiliza habitualmente en la etapa “postdesinfección” del tratamiento del agua, como un segundo nivel de defensa. No obstante, la compañía holandesa de aguas PWN

ha comenzado a emplear luz UV durante todo el proceso de desinfección. La técnica de PWN utiliza un procedimiento fotoquímico para crear potentes oxidantes, que descomponen los compuestos orgánicos de manera que puedan consumirse las bacterias aerobias que residen en los filtros de carbón activado. Según Peer Kamp, director de innovación de PWN, el siguiente reto será la eliminación de toda huella de productos farmacéuticos del agua.

Los productos lácteos y cárnicos, junto con las flores, constituyen el 20% de las exportaciones holandesas. Y las industrias de procesamiento de productos agrícolas y de alimentación están relacionándose cada vez más con la industria farmacéutica. Por ejemplo, hace unos años, la firma angloholandesa Unilever lanzó la línea de productos Be- cel pro.activ (comercializada en otros países con la marca Flora),

que ayuda a las personas a controlar su nivel de colesterol. Es posible que esos “alimentos funcionales” puedan ayudar incluso a prevenir las enfermedades cardíacas y quizá la diabetes. La tecnología holandesa, tanto aquí como en sus grandes gestas de ingeniería medioambiental, aspira a garantizar la seguridad de las personas.

*Erwin van den Brink es redactor de la edición holandesa de Technology Review*

## En números

Coste medio de 20 horas de uso de Internet	24,10 \$ (19,60 €)
Abonados a televisión por cable por cada 1.000 personas	401
Exportaciones de alta tecnología (% de manufacturas exportadas)	28%
Gasto per cápita en tecnología de la información y la comunicación (TIC)	1.505 \$ (1.223,73 €)
Empleados de las firmas más importantes de TIC	216.900
Ingresos de las firmas más importantes de TIC	42 millones \$ (34.150 millones €)
Usuarios de Internet por cada 1.000 personas	412
Teléfonos móviles por cada 1.000 personas	745
Gasto en I+D (% del PIB)	2,0%

FUENTES: BANCO MUNDIAL, ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DE DESARROLLO ECONÓMICOS

# Estados Unidos

**Asustados por los ataques terroristas, Estados Unidos está dedicando gran parte de su I+D a la defensa y la seguridad de su territorio. Por Jason Pontin**

**LA TECNOLOGÍA NORTEAMERICANA**, como su política internacional, su política nacional y la cultura popular, ha asumido lo que el presidente George W. Bush llama “la guerra global contra el terror”. Los dirigentes de la I+D estadounidense han restringido sus intereses en estos años, desde el 11 de septiembre de 2001, concentrando sus recursos en tecnologías que den seguridad: sistemas de armas, defensas contra armas biológicas, biometría, seguridad de las redes. El presupuesto de investigación y desarrollo del gobierno de Estados Unidos es en la actualidad rotundamente militarista. En el año fiscal 2005, el gasto federal en investigación y desarrollo subió un 4,8%, hasta los 132,2 millardos de dólares (107 millardos €), pero el 80% de ese incremento fue a parar a la investigación de defensa. Y la mayor parte de ese incremento está destinado al desarrollo de nuevas armas, como el sistema de defensa contra misiles balísticos. En total, el gobierno gastará el 57% de su presupuesto de I+D para 2005, o un récord de 75 millardos de dólares (61 millardos €) en proyectos relacionados con la defensa. El presupuesto para 2006 propuesto por el presidente Bush, que ahora se está debatiendo en el Congreso, presenta recortes en muchos programas civiles, pero destina un gasto adicional de 600 mi-

llones de dólares (488 millones €) a la investigación de defensa. El Departamento de Seguridad Nacional está particularmente bien dotado: su presupuesto para I+D en 2005 aumentó un 20% con respecto al del año anterior. En 2005, la nueva Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Seguridad Nacional (HSARPA) recibió 300 millones de dólares (244 millones €), pero la administración planea dar a la agencia 1 millardo de dólares (813 millones €) extraordinarios en 2006. La HSARPA está centrándose en las tecnologías de última generación que el gobierno podría aprovechar en un período de tres a cinco años. No obstante, según Lita Nelsen, directora de la Oficina de Licencias de Tecnología del MIT, esa atención centrada en el corto plazo se está “detrayendo del futuro, porque no es investigación básica, impulsada por la curiosidad”. Los datos apoyan la opinión de Nelsen. En 2005, la Fundación Nacional para la Ciencia vio recortado su presupuesto de I+D en un 0,3%, y los Institutos Nacionales de la Salud (NIH) disfrutó de un incremento de su presupuesto de sólo un 1,8%, y la situación empeorará: el gobierno planea aumentar el presupuesto de los NIH en sólo un 0,7% en 2006. La preocupación del gobierno de los Estados Unidos por la seguridad sería menos importante si el sector privado estuviera haciendo investigación básica. No es así: durante años, la I+D corporativa ha hecho hincapié en los beneficios de las inversiones mediante la oportuna creación de productos nuevos. Y los capitalistas de riesgo estadounidenses han respondido a las demandas del gobierno y de las empresas financiando desproporcionadamente los proyectos relacionados con la seguridad. Según Venture Economics, desde el año 2000, la financiación de las comunicaciones ha caído en un 85% y la investigación de software, en un 77%; sin embargo, durante el mismo período, la investigación de defensa sólo cayó un 58%. Ciertos campos, como la robótica, la nanotecnología y la medicina genómica están infrafinanciados. Los capitalistas de riesgo tienen un “instinto de roedor en los temas de inversión”, admite Bill Kaiser, socio principal de Greylock Partners, de Waltham (Massachusetts). La obsesión estadounidense con la seguridad puede, no obstante, dar lugar a unas tecnologías maravillosas; ya ha ocurrido antes. “El Tío Sam podría estar invirtiendo en la siguiente Internet”, dice Nelsen. Ken Morse, director gerente del Centro Empresarial del MIT, insiste en que la inversión en seguridad “es buena”. Después de todo, afirma, “hace años, unas inversiones del gobierno bien pensadas han generado unas compañías de primera fila”. La financiación reciente de la defensa y la seguridad ya ha producido tecnologías de uso civil. El Laboratorio Lincoln, una institución de investigación del MIT que trabaja principalmente con el Departamento de Defensa, ha creado varias tecnologías interesantes de “uso doble”. Por ejemplo, utilizando proteínas luminiscentes producidas por un gen de la medusa, el laboratorio ha desarrollado un biosensor que brilla en presencia de agentes de guerra biológica. En 2003, se otorgó la licencia del dispositivo, conocido como Canary (acrónimo de “cellular analysis and notification of antigen risks and yields”; en castellano: “análisis y aviso celulares de riesgo y producción de antígenos”), a Innovative Biosensors, de College Park (Maryland). La compañía cree que también puede ser útil para el diagnóstico médico. No obstante, es fácil que los tecnólogos preocupados por el futuro de la innovación en Estados Unidos estén de acuerdo con la lúgubre valoración de Nelsen: “Todo el mundo tiene miedo de que algún iraquí vaya a poner carbuco en la carne de nuestra hamburguesa”, lo que lleva a aumentar el gasto en defensa y seguridad. “Pero, mientras tanto, ¿qué pasa con las otras tecnologías?”

un “instinto de roedor en los temas de inversión”, admite Bill Kaiser, socio principal de Greylock Partners, de Waltham (Massachusetts).

La obsesión estadounidense con la seguridad puede, no obstante, dar lugar a unas tecnologías maravillosas; ya ha ocurrido antes. “El Tío Sam podría estar invirtiendo en la siguiente Internet”, dice Nelsen.

Ken Morse, director gerente del Centro Empresarial del MIT, insiste en que la inversión en seguridad “es buena”. Después de todo, afirma, “hace años, unas inversiones del gobierno bien pensadas han generado unas compañías de primera fila”.

La financiación reciente de la defensa y la seguridad ya ha producido tecnologías de uso civil. El Laboratorio Lincoln, una institución de investigación del MIT que trabaja principalmente con el Departamento de Defensa, ha creado varias tecnologías interesantes de “uso doble”. Por ejemplo, utilizando proteínas luminiscentes producidas por un gen de la medusa, el laboratorio ha desarrollado un biosensor que brilla en presencia de agentes de guerra biológica. En 2003, se otorgó la licencia del dispositivo, conocido como Canary (acrónimo de “cellular analysis and notification of antigen risks and yields”; en castellano: “análisis y aviso celulares de riesgo y producción de antígenos”), a Innovative Biosensors, de College Park (Maryland). La compañía cree que también puede ser útil para el diagnóstico médico.

No obstante, es fácil que los tecnólogos preocupados por el futuro de la innovación en Estados Unidos estén de acuerdo con la lúgubre valoración de Nelsen: “Todo el mundo tiene miedo de que algún iraquí vaya a poner carbuco en la carne de nuestra hamburguesa”, lo que lleva a aumentar el gasto en defensa y seguridad. “Pero, mientras tanto, ¿qué pasa con las otras tecnologías?”

Jason Pontin es redactor jefe de Technology Review.

## En números

Cultivos modificados genéticamente	476 millones de hectáreas
Coste medio de 20 horas de uso de Internet	14,95 \$ (12,15 €)
Abonados a televisión por cable por cada 1.000 personas	255
Exportaciones de alta tecnología (% de manufacturas exportadas)	32%
Gasto per cápita en tecnología de la información y la comunicación (TIC)	2.358 \$ (1.917 €)
Empleados de las firmas más importantes de TIC	3,5 millones
Ingresos de las firmas más importantes de TIC	938 millardos \$ (762,7 millardos €)
Usuarios de Internet por cada 1.000 personas	551
Teléfonos móviles por cada 1.000 personas	488
Compras de medicamentos recetados	345 millardos \$ (280,5 millardos €)
Gasto en I+D (% del PIB)	2,6%

FUENTES: INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRIBIOTECH APPLICATIONS, IMS HEALTH, BANCO MUNDIAL, ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DE DESARROLLO ECONÓMICOS

# España

Líder en el desarrollo de energías alternativas. Por Gonzalo Sáenz de Miera

**ESPAÑA APORTA EL 2,9% DE LAS** publicaciones científicas mundiales, bastante más de lo que representa en términos de PIB (1,7% del total mundial), de población (el 0,7%), o de superficie (0,34%); la ciencia española está bien representada en todos los campos prioritarios de la investigación mundial, aunque esto no quede reflejado en la capacidad autónoma para desarrollar innovaciones productivas.

La especificidad de la innovación española en relación con las características de los factores productivos está estrechamente vinculada al clima, al sol, a las variaciones de temperaturas, al viento, a la fauna y a la flora de un país mediterráneo.

Es así como en estos momentos destaca la importante contribución de la ciencia, de la tecnología y de la industria al desarrollo de las energías alternativas como la eólica y la solar.

Los molinos de viento manchegos que estimulaban la imaginación del Quijote, y transformaban la energía cinética en energía mecánica sustituyendo así la fuerza humana y animal, han dado paso en la España contemporánea a algunas concentraciones de gigantescas torres que trasfoman la energía del viento en energía eléctrica. En torno a esta energía eólica se ha producido una poderosa confluencia de intereses empresariales, de productores de equipos y generadores de electricidad, que han hecho que España se encuentre en el pelotón de cabeza que a escala mundial desarrolla esta nueva fuente de energía.

España, es al día de hoy, un líder mundial en energía eólica (sólo por detrás de Alemania); hay más de 9.000 MW eólicos instalados que generan un 7% de la electricidad que se consume en el país. La potencia eólica instalada es mayor que la nuclear, y se están instalando anualmente una media de 1.600 MW adicionales, lo que nos convierte en el país con mayor actividad en este campo. Probablemente en 2010 un 11% de nuestra energía provenga del viento.

Además de tener las primeras empresas del mundo en producción de energía eólica (Iberdrola, Acciona, Endesa...) España tiene una importante industria asociada en la fabricación de aerogeneradores y componentes, con empresas como Gamesa y Ecotécnia, e importantes centros de investigación públicos y privados, en temas de desarrollo de máquinas, predicción del viento, etc., entre los que destaca el Centro Nacional de Energías Renovables (CNER).

Además, la industria española está teniendo una importante actividad de exportación. Muchas empresas españolas están realizando promociones eólicas en toda la UE, América latina, Australia, y algunas de ellas tienen parques en funcionamiento en estos países. Fabricantes españoles de máquinas han abierto fábricas en Estados Unidos, tienen joint ventures con fabricantes indios, y están vendiendo tecnologías en todo el mundo.

Por otra parte, España es líder mundial en el aprovechamiento de la energía del sol. En fotovoltaica, somos el tercer productor y exportador mundial de paneles, en solar térmica de baja temperatura (para el

calentamiento de piscinas, agua sanitaria, etc.), somos líderes, sólo después de Grecia, fundamentalmente por la gran actividad existente en las regiones más mediterráneas, en especial en Andalucía; y lo mismo ocurre con la solar de media y alta temperatura, en la que la radiación solar se concentra, mediante diferentes sistemas (colector de torre y cilindro parabólico), alcanzando elevadas temperaturas (superiores a los 300 grados), para la producción de electricidad; España es el único país del mundo que está desarrollando proyectos de solar termoelectrico; hay más de 20 proyectos, algunos en construcción, de centrales de más de 10 MW que utilizan las dos principales tecnologías existentes, de las que sólo existen algunas plantas en Estados Unidos, que fueron construidas a finales de la década de los ochenta y a comienzos de los noventa. Según estimaciones de Protermosolar, asociación de empresas para promover este tipo de instalaciones, en España se habrán instalado en 2010 centrales solares que sumarán una potencia de casi 1000 MW.

En junio de 2006, se inaugura en Sanlúcar la Mayor (Sevilla) la PS10, la primera central de energía solar de alta temperatura que funcionará comercialmente en Europa. España tiene un importante tejido industrial en el sector, compuesto por empresas productoras de equipos, tecnólogos, promotores e instaladores, y dispone de la Plataforma solar de Almería, que es probablemente el centro de investigación más importante del mundo en energía solar, y va a cumplir 25 años actuando como laboratorio para aprovechar la energía del sol, tanto en tecnología termoelectrica como solar térmica de baja temperatura. La Plataforma nació en 1981 del acuerdo de nueve países, unidos bajo la Agencia Internacional de la Energía. Desde 1998, España a través del CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) asume el 100 % la gestión técnica y económica de la PSA.

Siempre en relación con las condiciones ambientales, existe un fuerte interés tecnológico en España por los procesos de desalación, ya que hay más de 700 desaladoras de aguas saladas y salobres, la mayor parte de ellas en Canarias. Tienen una capacidad total de generar 520.000 m<sup>3</sup> de agua al día. La primera se instaló en Ceuta en 1966 y actualmente hay un importante programa de desaladoras para el suministro de agua al arco mediterráneo. La importación de tecnología está dando paso a una importante capacidad investigadora autóctona. En España se está investigando sobre desalación con energías renovables (la desalación consume mucha electricidad por lo que es muy contaminante si ésta se genera con centrales térmicas). Hay importantes proyectos de investigación en sistemas termoelectricos de desalación, colectores desaladores compactos y con solar fotovoltaica,

muchos de ellos en la Plataforma Solar de Almería y en el desierto de Tabernas. Asimismo hay un conocido proyecto de investigación, del que ya se tiene un prototipo, de eólica offshore para desalar agua de mar y transportarla a la costa: se aprovecha directamente la energía mecánica del viento para generar la presión necesaria en los procesos de desalación de osmosis inversa, evitando así el consumo de energía eléctrica.

También conviene destacar los desarrollos de la acuicultura. España es hoy uno de los principales países productores con una actividad económica en expansión que se integra perfectamente en la costa y da empleo a 55.000 personas.

La producción acuícola española es del orden de unas 350.000t anuales de las que un 20% son peces y el resto moluscos y crustáceos. España con un consumo de unos 40 kg de pescado por persona y año, se mantiene como uno de los primeros países consumidores de pescado del mundo, sólo superado por Japón.

El tipo de cultivo en cada región española se ha desarrollado en función de sus características biogeográficas: En la cornisa cantábrica predomina el cultivo del rodaballo en granjas en tierra y del mejillón en bateas. Las zonas mediterránea y suratlántica, de aguas más templadas, han desarrollado principalmente el cultivo de dorada y lubina, tanto en granjas en tierra como en jaulas flotantes.

La piscicultura marina requiere de tecnologías de producción muy avanzadas y de elevadas inversiones económicas. Las técnicas de producción han evolucionado rápidamente, desarrollándose principalmente en las propias empresas. Las mejoras se han realizado en el diseño de las instalaciones, en los rendimientos de la producción, en la integración con el medio ambiente, en la calidad del producto final, en la conservación, y en la comercialización. Hoy en día las

empresas españolas cuentan con tecnología propia y son punteras a nivel mundial en las técnicas de producción de las especies que trabajan.

Los ejemplos de la energía eólica y solar, de la desalación o de la acuicultura confirman como los sistemas locales de innovación de éxito tienen profundas raíces geográficas. Todos estos desarrollos se apoyan en el progreso de tecnologías genéricas como la informática, pero es obvio que la definición de campos temáticos en los que se manifiestan especializaciones muy competitivas es un factor esencial de sinergia entre conocimientos genéricos e investigaciones especializadas, con la cultura y el espíritu empresarial del lugar.

## En números

Coste medio de 20 horas de uso de Internet	15,4 €
Abonados a televisión por cable por cada 1.000 personas	10,8% 1.590.778
Hogares abonados a TV cable (periodo 2003-2004)	840.000
Exportaciones de alta tecnología (% de manufacturas exportadas)	10,16%
Gasto per cápita en tecnología de la información y la comunicación (TIC)	1,7%
Empleados de las firmas más importantes de TIC	18,22%
Ingresos de las firmas más importantes de TIC	31.231,89 millones €
Usuarios de Internet por cada 1.000 personas	340
Usuarios Internet (2004)	14 millones 34,2%
Teléfonos móviles por cada 1.000 personas	900
Gasto en I+D (%PIB)	1,93%

FUENTES: INE, AUNA, OCDE, EUROSTAT, AETIC-MITC, EMPRESAS IBEX, TELEFÓNICA