

## Tecnología y el Medio Ambiente

Conferencia  
Tunza

La captura del  
carbono

Un dilema  
perenne



El mundo  
según Virgin

Diseñando  
el futuro

Lo pequeño  
es polémico

Limpiadores  
más verdes



TUNZA, la revista del  
PNUMA para los jóvenes

Si desea consultar ediciones  
actuales o anteriores de la  
presente publicación, sírvase  
acceder a [www.unep.org](http://www.unep.org)



**Programa de las Naciones Unidas  
para el Medio Ambiente (PNUMA)**

**PO Box 30552, Nairobi, Kenya**

**Tel (254 20) 7621 234**

**Fax (254 20) 7623 927**

**Télex 22068 UNEP KE**

**E-mail [unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org)**

**[www.unep.org](http://www.unep.org)**

ISSN 1727-8902

**Director de la Publicación** Eric Falt

**Editor** Geoffrey Lean

**Colaborador especial** Wondwosen Asnake

**Redactores invitados** Karen Eng, Callum

Douglas, Julie Kavanagh

**Coordinadora en Nairobi** Naomi Poulton

**Jefe, Dept. Infancia y Juventud del PNUMA**

Theodore Oben

**Directora de suscripciones** Manyahleshal

Kebede

**Diseño** Edward Cooper, Ecuador

**Traducción** Michelle Marx

**Producción** Banson

**Colaboradores jóvenes** Preetam Alex, India; Jamal Alfasali, Emiratos Arabes Unidos; Nina Best, Brasil; Handy Acosta Cuellar, Cuba; Kate de Mattos-Shiple, Reino Unido; Morteza Farajian, Irán; Claire Hastings, Canadá; Molly Lowson, Canadá; Norbert Machipisa, Zimbabwe; Caitlin MacLeod, Canadá; Ahmed Abbas Mahmoud, Sudán; Tanya Mowbray, Reino Unido; Maimuna Sarr, Gambia; Zhang Boju, China

**Otros colaboradores** Caroline Baillie; Jane Bowbrick; Stefan Hain; Fred Pearce; Joachim Petzoldt; Peter Saunders; Carola-Victoria Wetzstein; Rosey Simonds y David Woolcombe, Peace Child International

Impreso en el Reino Unido

El contenido de esta revista no refleja necesariamente las opiniones ni las políticas del PNUMA, ni de los editores, ni constituye un boletín oficial. Las designaciones utilizadas y la presentación no implican la expresión de ninguna opinión por parte del PNUMA sobre la situación legal de ningún país, territorio o ciudad o sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites.

El PNUMA promueve prácticas favorables al medio ambiente, mundialmente y en sus propias actividades. Esta revista está impresa en papel 100% reciclado, libre de cloro, con tintas de base vegetal. Nuestra política de distribución aspira a reducir la huella de carbono del PNUMA.

# INDICE

Editorial	3
Dejando entrar la luz de día	4
La tecnología puede ayudar	4
La llamada de la naturaleza	6
TUNZA contesta tus preguntas	8
Lo pequeño es polémico	9
Estamos unidos	10
Un mundo material	11
La captura del carbono	12
Domando el sol	12
El mundo según Virgin	14
Ideas nuevas	15
Limpiadores más verdes	16
Biocombustibles	17
Un dilema perenne	17
Diseñando el futuro	18
Verde... ¡tan última moda!	19
Casas naturales	20
Asunto apremiante	21
Siete maravillas antiguas	22



**Socios para  
los Jóvenes y  
el Medio Ambiente**



**El PNUMA y Bayer, la empresa internacional con sede en Alemania dedicada a la salud, la protección de cultivos y la ciencia de materiales, están trabajando juntos para fortalecer la conciencia medioambiental de los jóvenes y atraer a niños y jóvenes para participar en asuntos ecológicos en todas partes del mundo.**

El acuerdo de asociación, renovado hasta el final del año 2010, establece una base que permitirá al PNUMA y Bayer ampliar su ya antigua colaboración para llevar iniciativas

exitosas a muchos países alrededor del mundo y desarrollar nuevos programas juveniles. Los proyectos incluyen: la Revista TUNZA, el Concurso Infantil Internacional de Pintura y Dibujo sobre Temas de Medio Ambiente, el Joven Enviado Ambiental Bayer en Alianza con el PNUMA, la Conferencia Juvenil Internacional Tunza del PNUMA, redes juveniles sobre medio ambiente en Asia-Pacífico, Africa y América Latina, el foro Asia-Pacific Eco-Minds y un concurso fotográfico –“Enfocando la Ecología”– en Europa Oriental.



## Bueno y mejor



**BUENO:** Observar la vida silvestre: aves, osos, delfines, mariposas...



**MEJOR:** Participar en encuestas de fauna y flora silvestres. Ponte en contacto con tu ayuntamiento local, o con una organización nacional o regional para el medio ambiente, averigua qué clase de encuestas se están llevando a cabo en tu región, y preséntate como voluntario o voluntaria.



**BUENO:** Escaleras mecánicas que ahorran energía. Las escaleras mecánicas y los pasillos mecánicos son muy prácticos. Pero los motores continuamente en marcha consumen enormes cantidades de energía. Las escaleras de stop/marcha paran cuando sienten que nadie las está usando y se ponen en marcha únicamente cuando un usuario se acerca pasando por una barrera conectada a un interruptor. Algunas escaleras o pasillos mecánicos están configurados para usar menos energía –moviéndose más lentamente– cuando llevan una carga más liviana, acelerando la marcha a medida que más pasajeros los van pisando.



**MEJOR:** Usar las escaleras... al mismo tiempo de ayudar a esa viejecita a llevar sus paquetes.



**BUENO:** Ropa hecha de cáñamo.



**MEJOR:** Batas quirúrgicas hechas de bambú. El bambú contiene una sustancia que mata bacterias, por lo cual los investigadores en Coimbatore, India, han usado su fibra para fabricar una prenda muy absorbente que reduce el riesgo de infección durante la cirugía.



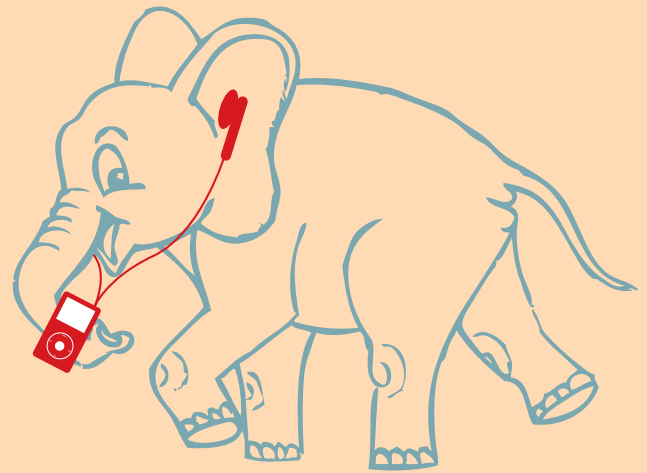
**BUENO:** Columpios hechos con neumáticos de goma reciclados. Econostalgia: volver a ser un niño, balanceándose bajo un árbol.



**MEJOR:** Sacos de arena de neumáticos de goma reciclados. Los sacos de arena usados para controlar la erosión a menudo se desintegran. Los neumáticos reciclados ahora están proveyendo un sustituto más resistente, y cuando se los usa –en vez de tirarlos– se reduce la presión sobre los vertederos de basuras. Los Eco-Bloques fabricados con los neumáticos pueden entrelazarse, apilarse, y pegar o fijarse en su lugar, y además pueden volver a usarse por hasta 10 años.



**LO MEJOR DE TODO:** Casas construidas con neumáticos de goma reciclados. Los Earthships, creación de Michael Reynolds de la empresa Solar Survival Architecture de Nueva México, son casas hechas con pilas de neumáticos reciclados apisonados con tierra, llenados con barro y revocados con adobe o estuco. La empresa enseña a la gente cómo construir las, y ofrece demostraciones a los funcionarios en regiones de ayuda para los damnificados por catástrofes como Mexicali, México, y La Paz, Bolivia.



## EDITORIAL

La tecnología es una de las cosas que separan a los seres humanos de los animales, y que últimamente ha configurado cada vez más el mundo en que vivimos. Desde tiempos prehistóricos, el hombre ha utilizado sus conocimientos para fabricar herramientas y máquinas para servir a sus propósitos, desde la rueda al ordenador. Algunos ahora alaban la tecnología como el fundamento de toda prosperidad, y creen que debieran imponerse pocas restricciones a su desarrollo. Otros la condenan como la causa de masivo daño al medio ambiente, y hacen un llamado a la imposición de controles estrictos. Pero la verdad es que es ambas cosas, y ninguna de las dos. La tecnología ha ayudado a traer riqueza a gran parte del mundo, mas también ha sido el instrumento de mucho del daño ocasionado al planeta y a la vida sobre él. Pero en sí misma es neutral: por bien o por mal, sus efectos dependen del uso que nosotros hacemos de ella.

A medida que nuestros conocimientos científicos, y nuestra manera de ponerlos en práctica, aumentan aceleradamente, debemos hacernos dos preguntas: ¿Tecnología para qué? y ¿Tecnología para quién? Todo depende de las respuestas. La tecnología debería utilizarse para desarrollar, no para destruir, para beneficiar a la humanidad como un todo más bien que para enriquecer a los pocos que ya son ricos, y, en vez de promocionar el crecimiento económico a toda costa, debe asegurar que siga estando respaldada y sustentada por los servicios vitales provistos por un planeta sano.

Para ello, un factor clave es asegurar que la tecnología sea apropiada, que confiera poderes a la gente que la utiliza, adecuada a los lugares donde se la aplica, y –sobre todo– diseñada para fomentar el desarrollo sostenible que elimina la pobreza al mismo tiempo de salvaguardar la Tierra y sus sistemas naturales. Otro es asegurar que pueda ser ampliamente compartida, de modo que el mayor número de habitantes del mundo puedan beneficiarse de ella. Hay muchos casos en que la tecnología ha cumplido ambas metas; no obstante, en la mayoría ni siquiera es su intención alcanzarlas. Es obligación de nuestra generación restablecer el equilibrio y concentrar los recursos y los esfuerzos en el desarrollo de tecnologías adecuadas a nuestra época, y a nuestro frágil mundo interdependiente.

# Dejando entrar la luz del día

**NO HAY NADA COMO LA LUZ DEL DÍA**, como bien saben quienes tienen la mala suerte de trabajar en escritorios lejos de una ventana. La sobreexposición a las luces eléctricas brillantes causa estrés, mientras la luz natural puede ayudar en la relajación. Producir iluminación eléctrica por lo general supone la quema de combustibles fósiles y la emisión de dióxido de carbono, que causa el calentamiento de la Tierra, pero la luz del día no es contaminante, y es gratuita.

Ahora, una sencilla tecnología nueva –de tubos solares (como los que se han instalado en la tienda de ropa a la derecha)– trae la luz natural a los interiores lejos de las ventanas. Refleja luz del día a través de una bóveda de plástico transparente o vidrio fijada en un techo. La bóveda luego la envía a través de un tubo al cielo raso de la habitación que se desea iluminar. Allí, la luz concentrada toca un lente o un espejo que la difunde, esparciendo la luz del día.

El tubo fue un gran éxito en Australia, donde se produjo por primera vez comercialmente en 1991, y luego se esparció a los Estados Unidos de América, donde se utiliza en escuelas y centros comerciales. Hoy día se producen y se usan estos tubos solares de la Argentina hasta China, de Guatemala a Japón, de México a Polonia, de Rusia a los Emiratos Arabes Unidos. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación hasta ha considerado usar los tubos en países en desarrollo para ayudar a la micropropagación, empezando el cultivo de plantas en cultivo tisular o cultivo de tejido, que aumenta la cantidad de plántones.

Los tubos son fáciles de instalar, y son más baratos que las pilas solares. En sus versiones más avanzadas siguen la trayectoria del sol y pueden bajar luz de más de 100 metros de distancia.

La iluminación da cuenta de hasta un 50% del consumo energético comercial y hasta un 20% del consumo industrial, de manera que –además de mejorar el bienestar– esta tecnología emergente podría hacer un considerable corte en las emisiones de dióxido de carbono.

Escritas hace casi 300 años, las palabras de Swift siguen siendo un elocuente endoso de la importancia de la tecnología. Y los científicos que desarrollaron las semillas que hicieron posible la primera Revolución Verde a fines de los años 1960 y principios de los años 1970 con razón merecen el honor. El trigo y el maíz cultivado en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en México, y el arroz desarrollado en el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz en Filipinas fueron dos o tres veces más productivos que las variedades tradicionales. Las cosechas aumentaron a ritmo vertiginoso. La India, durante largo tiempo sinónimo de hambruna, rápidamente llegó al borde de la autosuficiencia en la producción de cereales y fue capaz de proporcionar masiva ayuda de alimentos a Bangladesh, recientemente independizado, ocupando así el segundo lugar como donante después de los Estados Unidos. México, el otro país pionero en producir los nuevos cultivos, exportó una décima parte de su cosecha durante cinco años

Y no obstante, inicialmente la desnutrición continuó siendo extendida en ambos países y un informe de las Naciones Unidas concluyó que los “cultivos milagrosos” poco habían hecho para aumentar la cantidad de alimentos que comían sus habitantes porque tanta gente seguía siendo demasiado pobre como para comprar alimentos suficientes. En cierto modo, la Revolución verde agravó la pobreza. Los pequeños agricultores de subsistencia no podían permitirse comprar las costosas semillas nuevas, o los fertilizantes que necesitaban para hacerlas tan productivas, y acabaron por ser echados de sus tierras a favor de agricultores más ricos capaces de hacer uso de la nueva tecnología. Se introdujo maquinaria moderna para cultivar los campos más grandes, lo cual significó que los nuevos pobres sin tierras ni siquiera podían conseguir empleo como peones de labranza. La variedad de tipos de cultivo disminuyó a medida que los monocultivos se fueron extendiendo, y la biodiversidad sufrió a medida que muchos métodos de agricultura más favorables a la naturaleza fueron desapareciendo.

Con el tiempo, se aprendieron muchas lecciones y se empezó a tener cuidado de integrar los nuevos cultivos a los sistemas agrícolas existentes. Y a la larga acabaron con la hambruna crónica y ayudaron a reducir la desnutrición a la mitad en Asia del Sur en el curso de tres decenios. Pero la historia demuestra tanto las ventajas como las desventajas de la tecnología. Las semillas de la Revolución Verde no tenían nada de malo: ofrecían grandes ventajas y trajeron enormes beneficios. Pero, igual que otras tecnologías, no eran balas de plata capaces de solucionar todos los problemas de la humanidad; y donde se usaban de manera poco adecuada también podían causar mucho daño.

Debates similares actualmente rodean a una gran cantidad de nuevos desarrollos polémicos, incluso los biocombustibles, la nanotecnología, los cultivos genéticamente modificados y las técnicas de vigilancia automática. Todas ellas podrían traer beneficios, todas plantean riesgos considerables. Todo depende de cómo –y para beneficio de quiénes– se utilizan las tecnologías.

## Tecnologías adecuadas

En el momento en que la Revolución Verde estaba en su cima, otro libro famoso –*Pequeño es Hermoso*, de E.F. Schumacher– estaba popularizando el concepto de tecnología apropiada. Esto significa desarrollar tecnologías adecuadas en el medio ambiente, la cultura y la situación económica en las cuales se utilizan, de tal manera como para obtener el mayor beneficio posible de ellas.

Las tecnologías apropiadas pueden ser viejas o nuevas, simples o de alta tecnología. Unas bombas accionadas por personas que emplean copas atadas a cordeles, que cualquiera puede reparar, resultan mucho más apropiadas –y mucho me-

# La tecnología puede ayudar...

*“Quienquiera pueda cultivar dos espigas de trigo o dos briznas de hierba en un trozo de tierra donde antes crecía una sola, merecería mayor agradecimiento de la humanidad que toda la estirpe de políticos juntos.”*

*El Rey de Brobdingnag, en Los Viajes de Gulliver, la clásica novela satírica de Jonathan Swift*

jores para proporcionar agua potable limpia a la gente en regiones remotas, donde salva muchas vidas– que las bombas modernas que requieren partes costosas, combustible y mantenimiento. Pero los teléfonos móviles o celulares facilitan comunicaciones y estimulan el desarrollo en esas mismas regiones, a las cuales no llegan las líneas terrestres. Del mismo modo, la mejor manera de construir casas podrá ser utilizando materiales locales simples, tradicionales, como tierra embutida, pero la mejor manera de iluminarlas es usando luces blancas que funcionan con células solares.

Se está demostrando cada vez más que las fuentes de energía renovables son tecnologías apropiadas tanto en naciones desarrolladas como en países en desarrollo. Las fuentes de su energía –el sol, el viento o el agua– son distribuidas gratuitamente por la naturaleza, permitiendo generar electricidad donde se la necesita. En los países en desarrollo, esto posibilita a los habitantes disfrutar de todas las ventajas traídas por la electricidad hasta cuando viven lejos del suministro eléctrico nacional. En los lugares donde existen redes de suministro nacional –como en los países desarrollados y en las ciudades de países en desarrollo– la misma distribución gratuita permite a las familias generar su propia electricidad y devolver el sobrante al suministro general, con lo cual se reduce la necesidad de construir costosas centrales eléctricas nuevas. Y en cualquier parte en que se utilizan, los renovables no emiten dióxido de

carbono, de manera que son importantes para combatir el calentamiento de la Tierra.

Sin embargo, no importa cuán importantes sean las tecnologías apropiadas, en ausencia de medidas emprendidas por el pueblo y los gobiernos es imposible depender de ellas para solucionar problemas. La eficiencia de los motores de los coches norteamericanos, por ejemplo, ha venido aumentando a un ritmo constante durante las últimas dos décadas, pero este ahorro ha sido totalmente deducido por los aumentos en el peso, el tamaño, y los accesorios de los vehículos, de modo que queman exactamente tanto combustible por kilómetro como antes, ¡y por ende contribuyen lo mismo al cambio climático como en el pasado! Y esto ha sucedido porque el precio del petróleo se mantuvo bajo, y porque no se aumentaron los estándares gubernamentales de la economía del combustible para los automóviles.

## **Incentivos para el cambio**

A menudo, antes que nada hace falta establecer medidas firmes para provocar un cambio tecnológico. La necesidad sigue siendo la madre del invento: los incentivos crecientes y los más altos estándares legales casi invariablemente traen nuevas tecnologías al mercado, a veces hasta sacando inventos hechos mucho tiempo atrás pero nunca comercializados debido al deseo de obtener el máximo valor posible de las tecnologías ya establecidas antes de tomar el riesgo con algo nuevo.

## Una solución dulce

Cuando llegó a las Américas, Cristóbal Colón dijo que “nunca había visto una cosa tan hermosa” como los bosques pluviales de Haití. Ahora, los bosques han desaparecido casi por completo, y la tierra desnuda está seriamente erosionada. Lo que queda está amenazado por la producción de carbón vegetal, el principal combustible del país. Ahora, los estudiantes del Instituto de Tecnología de Massachusetts han desarrollado una forma de fabricar briquetas de carbón vegetal con el bagazo de la caña de azúcar, un residuo que existe en abundancia en Haití. El bagazo secado es carbonizado en un horno hecho con un tambor de petróleo, mezclado con gachas de mandioca y apretado en forma de briquetas. Estas queman mejor que la leña y producen menos contaminación en espacios cerrados, una de las mayores causas de enfermedad y muerte en los países en desarrollo.



KVA Matix

## Ropa luminosa

La alta tecnología y la artesanía tradicional están combinándose para iluminar la vida del pueblo semi-nómada de los huicholes de México, que viven en la Sierra Madre, lejos de las rejillas de electricidad. Las mujeres tejen y cosen diodos conductores de luz de alto resplandor y paneles fotovoltaicos flexibles en tejidos, para fabricar la Luz Portátil. Luego estos tejidos se llevan puestos o se cuelgan al aire libre para cargarlos durante el día. Almacenan energía suficiente para proporcionar luz que permite leer y escribir durante cuatro horas después de la puesta del sol. En Australia, los pueblos aborígenes también están ensayando el mismo tipo de iluminación.



Permaculture Research Institute/priffickr

# La llamada de

La agricultura puede usar enormes cantidades de agua para riego así como combustibles fósiles para operar maquinaria eléctrica y crear plaguicidas y fertilizantes. Y despeja tierras que podrían mantener muchas especies diferentes, reemplazándolas con las pocas que nos alimentan.

El permacultivo, desarrollado por Bill Mollison, un científico medioambiental australiano, y su alumno David Holmgren, trata de producir alimentos con menos aportaciones al mismo tiempo de mejorar el medio ambiente. Como biólogo de la vida silvestre, Mollison observó que los sistemas naturales como los bosques son autosuficientes y entrelazados, y sus diferentes componentes actúan en conjunto: los insectos, por ejemplo, polinizan las plantas y proveen alimento para las aves, cuyos excrementos alimentan el suelo. El permacultivo se propone imitar el ecosistema natural para crear grandes rendimientos dentro de un sistema autosostenible de agricultura perenne con la

participación de una diversidad de especies de plantas y animales.

La idea no es nueva. Hace mucho que los americanos autóctonos han plantado calabazas, maíz y frijoles juntos unos con otros: los frijoles trepan por el maíz, fijando nitrógeno para fertilizar el suelo; las calabazas cubren el suelo, poniendo freno a las malezas y reteniendo humedad. De modo similar, en los huertos forestales mayas contemporáneos todavía se cultivan muchas especies de plantas para alimento, madera y medicinas sin arar, usando fertilizantes orgánicos.

El principio del permacultivo está diseñado para su aplicación en todas partes, desde los huertos urbanos hasta las tierras pantanosas o los bosques pluviales tropicales. Como dice Mollison: “En vez de: ‘¿Qué le puedo pedir a esta tierra que haga para mí?’, cualquiera que en lugar de ello pregunta: ‘¿Qué puede darme a mí esta tierra?’ trabajará naturalmente con la Tierra.”

“Primeramente se hace un balance de

## Un invernadero más verde

En lo alto del Himalaya, donde la temperatura puede descender a  $-40^{\circ}\text{C}$ , la gente está cultivando una variedad de verduras y plantas medicinales en invernaderos durante todo el año sin usar cualquier combustible para mantenerlos calientes. Lo hacen utilizando invernaderos solares pasivos, orientados para capturar la máxima cantidad posible del calor del sol, en vez de quemar propano u otros combustibles. El calor se almacena en las rocas, en la tierra o en el agua, y es liberado cuando las temperaturas rodeantes bajan. Algunos diseños hasta recolectan el agua de lluvia, usado luego para regar los cultivos.



Martin Hughes



# la naturaleza

factores externos como el clima, la topografía, el suministro de suelo y agua; luego se eligen plantas y animales especialmente adecuados para los mismos. A continuación se establece la cantidad más alta posible de conexiones funcionales entre las especies. Cada planta o cada animal deberá cumplir cierto número de condiciones, y asimismo deberá interactuar con los demás.”

Mollison se ha dedicado durante estos últimos tres decenios a enseñar y alentar a la gente a establecer comunidades de permacultivo, abarcando eco-aldeas y vivienda sostenible: él mismo vive en una de ellas que ha fundada en Tasmania.

Pero el permacultivo no es sólo para los países ricos. ACNUR, la agencia de la ONU para los refugiados, ha adoptado principios de permacultivo para aprovechar al máximo los escasos recursos de tierra y agua para ayudar a los refugiados en Zimbabue a lograr su autosuficiencia, y los ha utilizado para reconstruir aldeas en Iraq, arrasado por la guerra.

Tal vez donde se hayan aplicado más ampliamente fue en Cuba. A continuación de la disolución de la Unión Soviética, el país no pudo obtener petróleo suficiente para mantener su agricultura industrial. En 1993, su Gobierno concedió una subvención a varios consultores de permacultivo australianos para establecer un proyecto de demostración y capacitación en la capital, La Habana. La gente empezó a cultivar alimentos –bananas, zapallos, uvas y otros– en huertos y jardines en los tejados, en parkings y patios. Hoy día, La Habana cultiva el 50% de sus propias verduras; mientras en otras ciudades cubanas, entre 80% y 100% de los productos son cultivados localmente.

“Me gusta llamar *tecnología humana* al permacultivo, porque trata con elementos simples, vivos, en una manera muy básica,” dice Mollison. “No involucra tecnología complicada alguna; es una biotecnología que la gente, como seres vivientes, puede manejar.”

## Préstamos para teléfonos

Por primera vez, los teléfonos móviles –y una manera novedosa de usarlos– están conectando a las comunidades remotas en países en desarrollo con el resto del mundo. El programa Grameen Village Phone está evitando la necesidad de las líneas telefónicas mediante la instalación de negocios de teléfono móvil, facilitando préstamos a los habitantes de aldeas, principalmente a mujeres, para comprar un teléfono. Los nuevos empresarios alquilan el teléfono sobre una base de llamada-por-llamada a precio asequible. Como resultado, la gente puede comunicarse con servicios médicos, mantenerse en contacto con amigos y familiares y hasta hacer negocios. Y los operadores obtienen ganancias para devolver el dinero de los préstamos y salir de la pobreza. Lanzada en Bangladesh a fines de los años 1990, la idea ya se ha extendido a Camerún, Rwanda, Senegal y Uganda.



Jeeves Sinclair/Flickr



## Hipopótamos rodantes

Buscar agua es una tarea ardua, interminable y agotadora para las mujeres y los niños en todas partes del mundo en desarrollo, y todos los días. A menudo deben caminar seis horas por día o más, llevando recipientes de 20 litros de agua en la cabeza. El “rodillo-hipopótamo” reemplaza estos recipientes con barriles de polietileno provistos de manijas de acero, fáciles de empujar sobre terreno agreste hasta para los niños y la gente mayor. Y dado que los rodillos-hipopótamo pueden contener 90 litros de agua cada uno, reducen el número de caminatas necesarias por más de cuatro veces.

## Bombas a pedal

Unos 45.000 agricultores de subsistencia africanos han aumentado en hasta diez veces sus ingresos gracias a unas sencillas bombas operadas a pedal. Las bombas, que proporcionan agua para irrigación en pequeña escala, fueron inventadas por una organización sin fines de lucro, Kick Start. Operadas por un pedal, están en uso en Kenya, Malí y Tanzania, ayudando a cultivar verduras de alto valor en pequeñas parcelas. La primera de estas bombas extraía agua de hasta 7 metros de profundidad; ahora también son capaces de empujar agua cuesta arriba, lo cual hace posible regar una pendiente desde un arroyo o alguna otra fuente de agua al pie de una colina.

## TUNZA contesta tus PREGUNTAS

# P & R

1-2-3-4-5-6

### **P ¿Cuál es la mejor manera de poner la tecnología al servicio de la gente y del planeta?**

**R** El desafío consiste en utilizar la tecnología de tal manera que por lo menos mantengamos los estándares de vida en los países desarrollados y mejoremos los del mundo en desarrollo, al mismo tiempo de reducir nuestro impacto sobre el medio ambiente natural. Esto probablemente conllevará acelerar la innovación haciendo inversiones mucho más importantes en investigación y desarrollo (I&D). Necesitamos nuevas instituciones, visionarios, inventores e ingenieros nuevos, y debemos alentar a más gente joven a participar y entusiasmarse por la ciencia y la tecnología. Si hemos de empezar a poner tecnologías nuevas al servicio del planeta y sus habitantes es necesario que la I&D tecnológica ambientalmente sostenible se vea como un bien público.

### **P ¿Acaso desarrollar la tecnología es todo lo que hace falta para solucionar problemas como el calentamiento de la Tierra?**

**R** Por supuesto que no, si bien los desarrollos tecnológicos –desde el aprovechamiento del viento, las olas y la energía solar hasta la captura y el almacenamiento del carbono– sin duda ayudarán. También debemos cambiar nuestras actitudes y desarrollar pautas de conducta que proporcionen buena administración para el planeta. Esto comprende sobre todo nuestras pautas de consumo, para reducir nuestro impacto sobre la Tierra.

### **P ¿Cuáles son las tecnologías más prometedoras a nuestra disposición hoy día? ¿Y cuáles son las más probables de ser desarrolladas en el futuro cercano?**

**R** Estén alertas al uso en escala industrial de los fotovoltaicos solares, las usinas eléctricas térmicas solares, la segunda generación de biocombustibles, las turbinas en alta mar, y los parques de olas y de viento. Más adelante, la nanotecnología, desarrollada con gran cuidado, podría abrir nuevas posibilidades. Pero pese a que las nuevas tecnologías son críticas para el futuro, muchas aún no son asequibles o rentables. Aquí es donde viene al caso I&D.

### **P ¿Qué haremos si se agota el petróleo?**

**R** Para el futuro previsible, queramos o no, el petróleo continuará siendo la mayor fuente de energía para el transporte, y

–junto con el carbón– para generar electricidad. Esto plantea dos problemas enormes. En primer lugar, si bien no se agotará en un futuro cercano, se espera que se hará cada vez más escaso, con la producción alcanzando su nivel máximo en las próximas décadas, poniendo fin a los suministros baratos que han impulsado la civilización industrial. Y en segundo lugar, quemarlo causa el calentamiento de la Tierra: aún queda suficiente cantidad de petróleo bajo la tierra para destruir la atmósfera. Es necesario que encaremos ambos problemas usando el petróleo de manera más eficiente –derrochando menos y consumiendo en forma más sostenible– y aumentando considerablemente nuestros esfuerzos para desarrollar fuentes de energía renovable, no contaminante.

### **P Oímos decir que “los residuos son un recurso para el cual aún no hemos encontrado un uso...”. ¿Pueden explicar?**

**R** Por definición, residuos son productos a los que no damos valor. Pero muchos residuos, incluso algunos actualmente considerados como peligrosos, pueden recuperarse, reciclarse y reutilizarse. Por ejemplo, los biodigestores pueden convertir aguas residuales animales y humanos en metano, que puede usarse como combustible para cocinar, para calefacción y hasta para generar electricidad, y es muy posible que podrían desarrollarse biocombustibles de segunda generación con productos residuales, incluso arena y paja.

### **P ¿Cómo podemos convertir la tecnología en nuestra servidora en vez de nuestro amo?**

**R** No existe sustituto para la inteligencia humana y su poder de transformación. El desafío consiste en encontrar el justo equilibrio entre el sentido común y la innovación. Esto conlleva la amplia aceptación del “principio de precaución” por parte de la ciencia, la industria y el consumidor. El principio –que consagra sabidurías tradicionales como “más vale prevenir que curar”– asegura que donde existen buenas indicaciones de que algo podría causar un daño irreversible a las personas o al medio ambiente, se emprendan medidas para intervenir, hasta cuando no existe prueba absoluta. El principio ha sido atacado por impedir el progreso, pero, aplicado correctamente, puede estimular tecnologías seguras al mismo tiempo de minimizar el tipo de daño provocado irresponsable y descuidadamente, por ejemplo un daño a la capa de ozono y al clima de la Tierra.



¿Tienes algunas PREGUNTAS sobre asuntos de medio ambiente y desarrollo que quisieras que te contesten los expertos del PNUMA?

Por favor envíalas a [unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org),  
y trataremos de contestarlas  
en futuros números de la revista.



# Lo pequeño es POLEMICO

**C**omprender que algo puede ser 80.000 veces más pequeño que el diámetro de un pelo humano ya es bastante pedir. ¡Imaginen lo que significaría tratar de manipular y controlarlo!

La ciencia de la nanotecnología en rápido desarrollo (la palabra "nano" significa "enano" en idioma griego) aprovecha y manipula lo inconcebiblemente pequeño. Un millón de nanopartículas cabrían cómodamente en la cabeza de un alfiler. Y si extendiéramos una de ellas al tamaño del punto al final de esta oración, la letra "a" a su lado continuaría hasta medio kilómetro de altura.

El tratamiento con partículas tan diminutas requiere extrema precisión mecánica, en una escala infinitamente más pequeña que cualquier cosa jamás intentada hasta el presente, y sólo es posible ahora gracias a tecnologías nuevas como los microscopios revolucionarios.

A esta minúscula escala, nuestro mundo aparece cabeza abajo: las leyes de la física ya no son aplicables y los materiales cotidianos cambian su conducta abruptamente. Sustancias opacas, como el cobre, se vuelven transparentes; elementos estables, como el aluminio, estallan en llamas; sustancias normalmente seguras, incluso el látex, se tornan venenosas, y el oro se vuelve líquido a temperatura ambiente.

Esta aparente curvatura del orden natural trae beneficios al mismo tiempo que peligros para la salud y el medio ambiente. Del lado positivo, es posible utilizar la tecnología para producir drogas dirigidas a órganos específicos, o para tratar de encontrar y destruir células de cáncer dispersas a través del organismo.

Están ensayándose catalizadores nanotécnicamente manipulados en coches para reducir las emisiones de monóxido de carbono. La tecnología también está ayudando a desarrollar sistemas de filtración de agua para producir agua potable limpia, y está

usándose en la fabricación de pinturas para cubrir ventanas y paredes para mejorar el aislamiento y reducir el uso energético, y con ello la emisión de gases de efecto invernadero.

Pero también hay peligros. Introducidas en el organismo, las nanopartículas pueden abrumar el sistema inmunológico. También pueden penetrar profundamente en los pulmones con la amenaza de causar enfermedades respiratorias; pueden acumularse en el hígado; pueden cruzar la barrera sangre-cerebro que protege el órgano más vulnerable del organismo, y fomentar la formación de los así llamados "radicales libres", capaces de ayudar a causar cáncer. En el medio ambiente, pueden transportar contaminantes más aceleradamente a través del suelo, facilitando su más rápida absorción por las plantas, que podrían ser comidas por animales y seres humanos.

No obstante, financiada por un torrente de dinero gubernamental y privado, la tecnología se está expandiendo a enorme velocidad. El año pasado se usaron productos nanotécnicos por valor de 50.000 millones de dólares en todo el mundo: en apenas tres años se espera que esto aumentará a la pasmosa suma de 2,6 billones de dólares. "La nanotecnología está creando cambios fundamentales en casi todo sobre la Tierra," dice Mike Roco, de la National Science Foundation de Estados Unidos de América, "y lo que estamos viendo ahora no es más que un mero atisbo de lo que ha de venir."

El peligro es que, en la prisa por comercializarla, la mayor atención se dé al aspecto positivo de la tecnología, sin prestar suficiente atención a sus inconvenientes. Swiss Re, la segunda compañía de reaseguro más grande del mundo, se muestra sumamente preocupada, temiendo masivas demandas de compensación en caso de que llegue a causar amplio daño para la salud. Y el Príncipe Carlos, heredero de la corona británica, no está solo en advertir que el público sólo aceptará la nueva tecnología "si es aplicada con un visible enfoque de precaución".

Evident Technology





Fotos: Bayer

## Estamos unidos

“**COMO UN CUADRO DE MONET**, el medio ambiente de la Tierra está hecho de millones de diminutas pinceladas. Cada una es vital. Pero para comprender el cuadro como un todo es necesario alejarse un paso,” explicó el astronauta Gerhard Thiele a los 150 delegados de la Conferencia Internacional Juvenil TUNZA de 2007. Los jóvenes ambientalistas, entre 14 y 25 años de edad y procedentes de más de 100 países, se reunieron en Leverkusen, Alemania, para centrar la atención en sus experiencias y sus conocimientos sobre el tema de la Tecnología al Servicio del Medio Ambiente. “Las conferencias internacionales como ésta son enormemente impactantes,” dijo Caitlin MacLeod de Canadá. “De buenas a primeras es evidente la energía para compartir experiencias y habilidades”.

La Conferencia bienal –auspiciada este año por la empresa Bayer, socia del PNUMA y patrocinadora de Tunza– comenzó con una ceremonia inaugural. Hubo espectáculos de danzas, exhibición de películas y mensajes de bienvenida de la ganadora del Premio Nobel para la Paz Wangari Maathai, el grupo de rock Silbermond, el ganador de la copa mundial Rudi Völler, y Lang Lang, el pianista chino. En la ceremonia también se reveló el nuevo logo de Tunza y el tema de la canción titulada “La Hora para la Acción”, ambos creados por Bayer para la Conferencia.

“Es posible tener éxito comercialmente a la vez que estar comedido al medio ambiente,” dijo el Ministro para el Medio Ambiente de Alemania Sigmar Gabriel. Fue un tema respaldado por el Director Ejecutivo del PNUMA Achim Steiner, quien explicó

cómo la tecnología debería jugar un papel tanto en el crecimiento económico como en la sostenibilidad del medio ambiente. “Y no dejen que nadie les diga que no podemos permitirnos la sostenibilidad,” advirtió a los delegados, instándoles a estudiar cómo Alemania “está reconsiderando rápidamente sus ideas sobre su propio futuro” en cuanto a la protección del medio ambiente, aprovechando sus conocimientos en materia de tecnología.

Durante los próximos días los delegados se mantuvieron el ritmo de un programa muy apretado: se reunieron para compartir detalles de su propio trabajo en sesiones plenarias, y luego se repartieron en reuniones regionales para discutir problemas locales. Hubo algunos contrastes marcados: los norteamericanos y los europeos centraron la atención en estilos de vida sostenibles y la transferencia de tecnología, mientras que los delegados de África discutieron cómo sería posible satisfacer necesidades básicas como por ejemplo el agua limpia.

Diversos talleres permitieron a los delegados explorar asuntos como biomasa y los combustibles del futuro, y considerar puntos de vista diferentes. Morteza Farajian, de Irán, dijo a los delegados: “En el futuro necesitaremos biocombustibles. Hasta podemos alimentar a los animales con ellos, así que ¿por qué no?” Pero Zhang Boju, de China, destacó que mientras la biomasa era una alternativa excitante, tenía sus limitaciones: “China necesita energía para el desarrollo, pero no hay posibilidad por ahora de biocombustibles debido a la inseguridad de alimentos.”

### CONSEJO ASESOR JUVENIL TUNZA 2007-2009

Los consejeros TYAC para 2007-2009 (ver foto arriba) fueron elegidos durante la Conferencia en Leverkusen. El Consejo asesora al PNUMA sobre maneras de obtener la participación de personas jóvenes en su trabajo e informa a los jóvenes sobre sus programas.

Primera fila, de izq. a der.

Jessie James L. Marcellones (Filipinas)  
marcellones\_jl2003@yahoo.com

Wang Fengzhu (China) wangerlover2007@yahoo.com.cn  
Koli Margaret (Kenya) sweetpie.koli@gmail.com

Handy Acosta Cuellar (Cuba) handyalemania@yahoo.com  
Gabriela Almeida Monteiro (Brasil) bela\_monter@yahoo.com.br  
Zainab Humdain (Bahrain) zainab\_689@yahoo.com  
Sara Svensson (Suecia) sajosve@gmail.com

Segunda fila, de izq. a der.

Caitlin MacLeod (Canadá) cait.macleod@gmail.com  
Adel Rahmani (Argelia) adeltall@yahoo.fr  
Thomas Christian (EEUU) gth746a@mail.gatech.edu  
Jamal Alfalasi (Emiratos Arabes Unidos) Jamal.alfalasi@khda.gov.ae  
Dmitri Tasmali (Turquía) d.tasmali@gmail.com

\* Para oír la canción visitar: [www.tunza2007.unep.bayer.com](http://www.tunza2007.unep.bayer.com)

Los invitados participaron en una excursión guiada al parque químico de Bayer en Dormagen, con énfasis especial en la manera en que la empresa descompone los residuos peligrosos. Jamal Alfasasi, de los Emiratos Arabes Unidos, informó: "Los residuos sólidos sobrantes son usados para la construcción de caminos... todo es reciclado. ¡Hasta el aire emitido es limpio!"

La estadía en Leverkusen permitió a los enviados ver cómo la cercana ciudad de Colonia maneja sus necesidades municipales en forma sostenible. Algunos delegados visitaron la planta de incineración de basura de la ciudad, donde se recupera y se recicla la energía. Otros observaban el proceso de purificación de agua potable de las aguas subterráneas y del Rin. Otras excursiones se concentraron en las instalaciones de energía renovable, como un parque de energía eólica experimental, un laboratorio fotovoltaico de prueba, y un molino de semilla de colza.

Los delegados observaron que algunos de sus países se encontraban a la zaga de Alemania tecnológicamente y tenían necesidades diferentes, pero estuvieron de acuerdo en que estas innovaciones demostraban qué era posible hacer. Handy Acosta Cuellar, de Cuba, comparó la producción de agua de Colonia con la de su propio país "Nosotros tenemos gran cantidad de agua, pero las malas cañerías significan que perdemos un 50% del agua antes de que pueda llegar a nuestras casas." Y cuando Norbert Machipisa, de Zimbabwe, vio las turbinas de viento por primera vez quedó maravillado: "Creo que ésta es una de las cosas más fantásticas que he visto jamás. Si tuviéramos esto en Zimbabwe, no necesitaríamos electricidad de otros países."

También hubo momentos para relajarse, como por ejemplo un crucero de cena y baile por el Rin y una visita a la catedral del siglo XIII en Colonia. Pero hacia el final de la semana, los delegados estaban planteándose tareas para el retorno a su patria. Como dijo Maimuna Sarr, de Gambia: "A mi retorno abogaré por poner cubos de basura en las calles, que no tenemos en nuestro país. También planeo formar asociaciones con mi agencia ambiental nacional para ganar la participación de gente joven para la tarea de hacer nuestro medio ambiente lo más limpio posible." Despertar la conciencia era una prioridad para Ahmed Abbas Mahmoud, de Sudán, "La mayoría de los jóvenes en mis comunidades no son personas con educación, de modo que debo volver y poner en práctica algunas de las ideas educacionales que aprendí aquí," declaró.

El último día, todo el mundo acordó que la parte más valiosa de la Conferencia había sido la oportunidad de forjar amistades que fortalecerían su trabajo en el futuro. Sus ambiciones fusionaron en una declaración formal del compromiso de los delegados, que concluía: "Al considerar el estado del planeta que habremos de heredar, estamos unidos para enfrentar los desafíos planteados a nuestra generación."

Esto quedó subrayado cuando los delegados plantaron más de 200 árboles, como una contribución a la Campaña de los Mil Millones de Árboles del PNUMA. Los robles, los cerezos salvajes, las hayas y los carpes se plantaron de tal forma que con el tiempo, vistos por encima, sus hojas de múltiples colores pudieran sugerir nuestro planeta.



# Un mundo material

Capítulos enteros en la larga historia de la humanidad se han definido por los materiales que se usaban: la Edad de Piedra, la Edad de Bronce, la Edad de Hierro. Esto da una idea de la importancia de los materiales para nuestro desarrollo. Ahora, utilizamos materiales que tomamos por sentado sin pensar en quién fabrica la espuma en nuestros colchones o las fibras que transmiten señales telefónicas.

La ciencia de materiales es el estudio del comportamiento de los materiales, el diseño de materiales nuevos y la búsqueda de usos para los mismos. Por supuesto, las aplicaciones para los materiales son infinitas, desde muebles hasta equipo médico o electrónico. Y cada vez más, también están desarrollándose materiales favorables al medio ambiente.

Así por ejemplo, en 1989 el químico Pat Gruber de Cargill Dow tuvo la idea de fabricar un plástico biodegradable hecho de maíz. Preparó la primera tanda en la cocina de su casa. Ahora está usando el proceso para fabricar plásticos basados en almíbar de maíz, que pueden convertirse en compost y sólo requieren la mitad de la cantidad de combustible fósil de la que se usa para fabricar los plásticos tradicionales, ahorrando energía y solucionando un inextricable problema de eliminación de residuos de un solo golpe.

El Dr Joachim Petzoldt, de Ciencias de Materiales Bayer, da otro ejemplo: la espuma de polietileno para la construcción. "Es un material estanco y hermético, es decir no deja entrar el aire ni el agua; y apenas 50 milímetros de la espuma poseen las propiedades aislantes de 1,7 metros de ladrillos," dice. Esto es importante: la mitad de la energía que consumimos es usada para calefacción y aire acondicionado de los edificios, de manera que es vital mejorar el uso de la energía solar a través de paneles y células.

Para tomar otro ejemplo: los investigadores de la Cornell University han encontrado una manera de proteger el casco de los barcos sin causar daño a la vida marina. Desde los años 1970 los barcos han usado pinturas decontaminantes que contienen tributiletano (TBT) para mantener sus cascos libres de los percebes y algas que se adhieren a ellos, aminorando la velocidad de los buques y corriendo el riesgo de propagar especies invasoras. Pero el TBT—que ha sido llamado la sustancia más tóxica jamás liberada al mar—ha devastado poblaciones enteras de buccinos al impedirles reproducirse. En 2001 la Organización Marítima Internacional acordó un tratado para eliminar el TBT, pero las naciones se han mostrado lentas en ratificarlo. Ahora, los científicos de Cornell han desarrollado un material no-tóxico que usa una débil barrera de agua para proteger los barcos.

Estamos viviendo en un mundo material, y hace falta tecnología para encontrar y desarrollar los materiales que lo mantendrán sano.

**CAPTURA:** Se hallan en marcha varias instalaciones experimentales para la captura de carbono –por ejemplo en Argelia y Noruega– que separan CO<sub>2</sub> del gas natural y lo almacenan bajo tierra. Otras más se están instalando, de África a América del Sur, y de Australia a Europa.

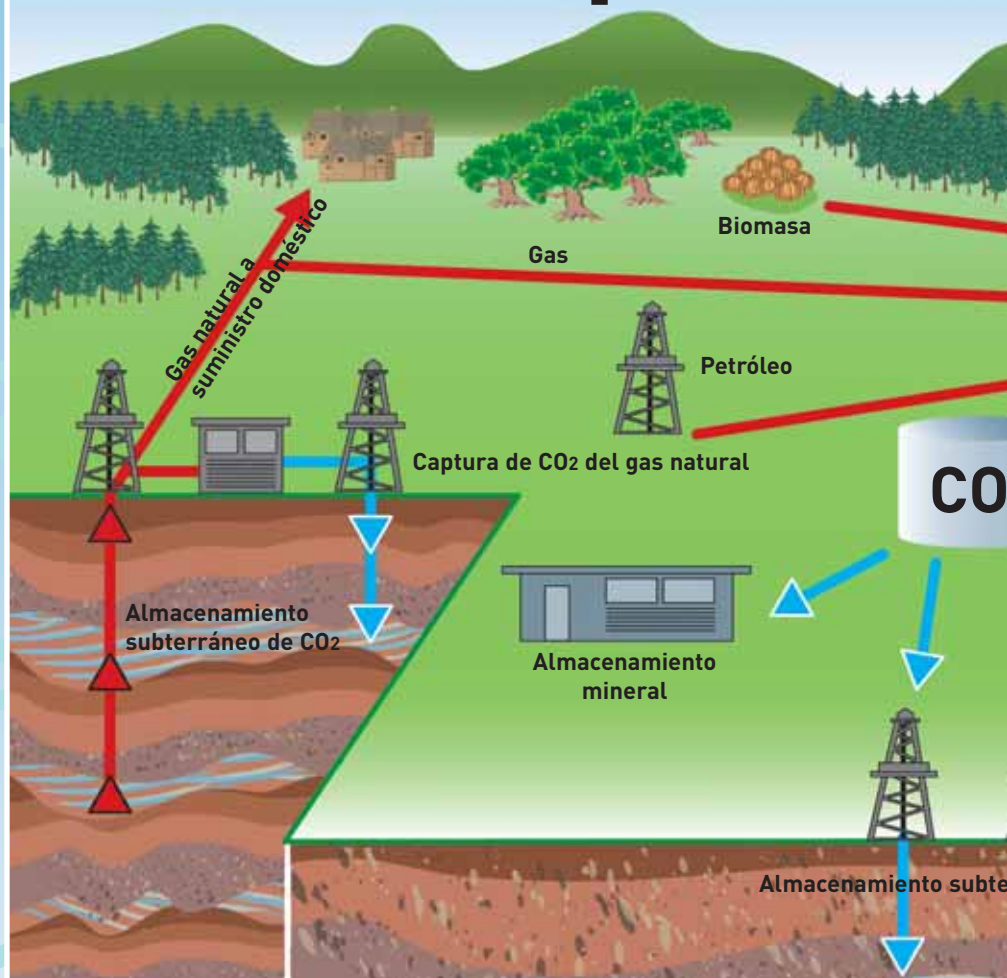
El carbono puede capturarse a dos etapas diferentes. La primera es la de pre-combustión. El carbón, por ejemplo, puede convertirse en gas: para ello se utiliza aire y vapor para separar el hidrógeno, el monóxido de carbono y luego el CO<sub>2</sub>, que puede almacenarse.

El segundo método, más desarrollado, consiste en capturar el CO<sub>2</sub> en la etapa de post-combustión –después de que se ha producido por la quema de los combustibles– separándolo de los otros gases residuales y reteniéndolo. Este método está diseñado especialmente para centrales eléctricas y otras plantas industriales usuarias de energía. Es posible aumentar su eficiencia mediante tecnologías nuevas como la quema de combustibles fósiles en oxígeno puro, lo cual conduce a la emisión de CO<sub>2</sub> y agua que luego pueden ser separados: pero esto es costoso y requiere gran cantidad de energía, lo cual lo convierte en una opción aún relativamente limitada.

**ALMACENAMIENTO MINERAL:** Otra idea consiste en aprovechar la carbonización mineral, un proceso natural en el cual el CO<sub>2</sub> se combina con óxidos metálicos. A través de millones de años esto produce productos estables como el carbonato cálcico y el carbonato de magnesio. Los científicos están investigando maneras en que las temperaturas y las presiones altas podrían acelerar el proceso.

La estabilidad y la permanencia de la reacción hacen muy poco probable que el CO<sub>2</sub> sería capaz de volver a entrar en la atmósfera, y los nuevos carbonatos pueden utilizarse como materiales de construcción y en medicinas, y hasta en pasta dentífrica. Pero estas investigaciones aún están en pañales.

# La captura



**D**esafortunadamente, aún estaremos quemando grandes cantidades de combustibles fósiles –petróleo, gas y carbón– por mucho tiempo en el futuro. El uso de alternativas –sobre todo combustibles renovables como el sol, el viento y la biomasa– está aumentando, pero simplemente no puede aumentar lo suficiente como para asumir la carga de proveer la energía que el mundo necesitará en un futuro próximo. Además, los países que poseen reservas de combustibles fósiles querrán explotarlos.

**Esto significa que continuarán produciéndose enormes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) –la principal causa del calentamiento de la Tierra– durante decenios mientras se siguen quemando combustibles fósiles. Si el CO<sub>2</sub> entra**

## Domando el sol

**L**a energía solar empieza como un reactor de fusión nuclear natural en el corazón del sol, donde una inmensa presión y una temperatura de 16 millones de grados fusionan núcleos, liberando energía durante el proceso. En el curso de los últimos 50 años, los científicos han soñado con reproducir esto en la Tierra, pero hasta ahora han sido capaces de generar 12.9 megavatios únicamente, y esto sólo por un momento

y usando mucha más energía de la que es producida.

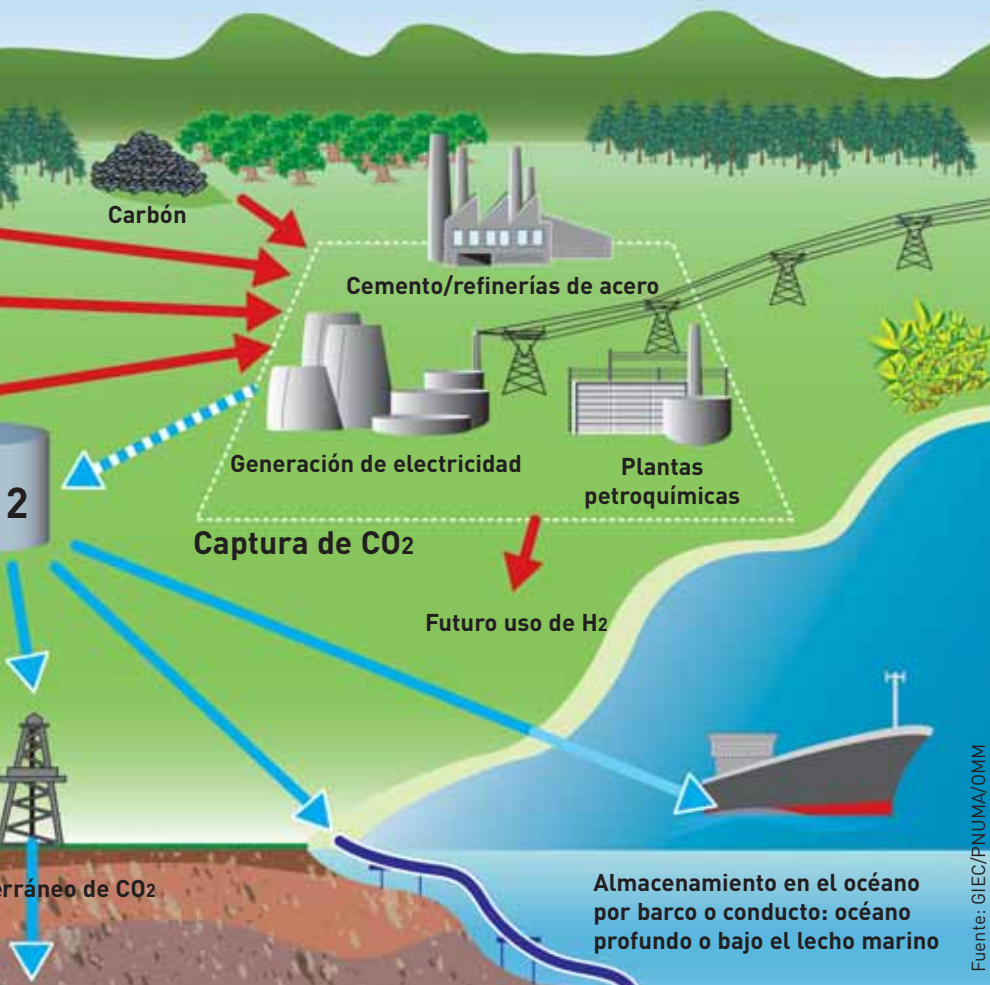
Tratar de aprovechar la fusión para obtener energía exige tecnologías complejas y costosas. Una coalición internacional compuesta de siete socios de China, la Unión Europea, India, Japón, la Federación Rusa, la República de Corea y los Estados Unidos de América –conocida como ITER– está invirtiendo una suma inicial de \$10.000 millones en un intento de 35 años.

Si tiene éxito, la fusión podría su-

ministrar energía sin contribuir al calentamiento de la Tierra. Apenas 1 kilogramo de su combustible –deuterio y tritio– sería capaz de producir la misma cantidad de energía como la que actualmente se obtiene de 10.000 toneladas de combustibles fósiles, suficiente para proveer energía a 7.500 habitantes europeos por un año entero. El deuterio, un isótopo



# del carbono



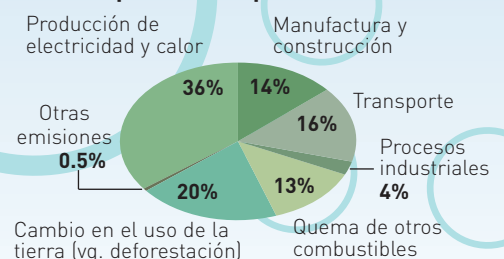
**ALMACENAMIENTO SUBTERRANEO:** Una vez capturado el CO<sub>2</sub> es necesario almacenarlo de tal modo que no pueda entrar a la atmósfera. El método más promovido de hacer esto es guardándolo en los depósitos geológicos subterráneos creados por la extracción de los combustibles fósiles en primer lugar, como en minas de carbón abandonadas o campos de petróleo o gas antiguos, en tierra o costa afuera. Esto puede conllevar beneficios adicionales. Bombeando CO<sub>2</sub> a los pozos puede hacer posible extraer más petróleo de ellos. Y bombeándolo a vetas de carbón puede liberar gas de metano atrapado para uso como combustible. La principal preocupación es que cualquier cantidad de CO<sub>2</sub> que pudiese escapar de los depósitos y entrar al aire contribuiría al calentamiento de la Tierra.

**ALMACENAMIENTO EN EL OCEANO:** También sería posible almacenar CO<sub>2</sub> en el océano desde barcos o a través de conductos, para ser absorbido por las aguas o ingerido por el fitoplancton. Podría enviarse directamente al lecho marino, a más de 3 kilómetros de profundidad, donde la alta presión convierte el gas en un líquido mucho más denso que el agua de mar, impidiendo que suba a la superficie. Pero existen serias razones de preocupación. Los océanos ya están volviéndose ácidos debido a su absorción del dióxido de carbono que está contaminando la atmósfera, y esto amenaza mucho de la vida en ellos. Bombear más cantidades del gas podría empeorar esto.

a la atmósfera acelerará el cambio climático, y ese aceleramiento bien podría dejarlo fuera de control, creando un planeta mucho menos acogedor para sus habitantes.

Quienes están luchando con este enigma están cifrando sus esperanzas cada vez más en la captura y el almacenamiento del carbono, nuevas tecnologías diseñadas para apresar el gas antes de que es liberado a la atmósfera. Si bien su desarrollo está muy a la zaga de la expansión en el uso de los combustibles fósiles y con frecuencia compite para la obtención de fondos con tecnologías energéticas costosas, es necesario que se les dé prioridad mucho más alta si ha de realizarse plenamente su potencial.

## De dónde provienen las emisiones de CO<sub>2</sub> provocadas por el hombre



del hidrógeno, aparece en pequeñas cantidades en el agua, de donde es fácilmente accesible, mientras una pequeña cantidad de tritio desencadena la producción de más tritio cuando se bombardea el litio, un metal común, con neutrones de las reacciones de fusión. ITER estima que sus plantas generarán 60 toneladas de desechos por año, que per-

manecerán tóxicos durante alrededor de 100 años, comparado con los miles de años necesarios para los desechos nucleares convencionales.

Está actualmente en marcha la construcción de un reactor experimental en Cadarache, en el sur de Francia, y según espera ITER, una planta energética de demostración estará en operación para el año 2040. Entretanto, la International Fusion material Irradiation Facility –también instalada en Cadarache– ha iniciado el desarrollo de nuevos mate-

riales capaces de resistir temperaturas de hasta 100 millones de grados, más de seis veces más calientes que el sol.

“La fusión por cierto no estará disponible a corto plazo,” dice Kaname Ikeda, líder del proyecto de ITER, “pero el problema de proveer fuentes de energía viables no se volverá más fácil, aún si la conservación (de energía), el secuestro de CO<sub>2</sub> y los renovables se utilizaran más ampliamente. Es preciso que veamos si la fusión podría contribuir a la solución del problema.”

# El mundo según Virgin



ESOC (Alemania)/PNUMA

**R**ichard Branson –si hemos de creer un sondeo internacional de la BBC– es uno de los primeros 10 individuos que la gente desearía que dirigieran el mundo. Con Nelson Mandela a la cabeza, por supuesto, el empresario británico ocupa un seguro noveno lugar, sólo uno detrás del Arzobispo Desmond Tutu, ganador del Premio Nobel para la Paz, pero dos antes del ex-Secretario General de la ONU Kofi Annan.

Recientemente, Sir Richard también se ha convertido a la lucha contra el calentamiento de la Tierra. Escéptico hasta hace dos años, el fundador de Virgin Music y Virgin Atlantic Airways empezó a revisar su posición después de que el Huracán Katrina devastó la ciudad de Nueva Orleans. En septiembre de 2006 prometió invertir 3.000 millones de dólares de las ganancias de sus empresas durante 10 años para combatir el cambio climático a través de Virgin Fuels, una nueva empresa dedicada al desarrollo de alternativas limpias de los combustibles fósiles.

Cinco meses después anunció que otorgaría un premio de 25 millones de dólares a la persona o la organización que produzca la mejor manera comercialmente viable de eliminar de la atmósfera el dióxido de carbono producido por el hombre.

Branson –que es disléxico– abandonó la escuela a los 15 años y comenzó su primera empresa exitosa, una revista para estudiantes, un año después. A los 21 años de edad abrió la cadena de casas discográficas que se convirtieron en los Virgin Megastores, y al año siguiente la compañía Virgin Records lanzó su primer disco –el superventas *Tubular Bells* de Mike Oldfield–, tras lo cual siguió contratando megaestrellas como los Rolling Stones, Génesis y Janet Jackson. A esto siguió una apabullante serie de empresas y compañías, incluso líneas aéreas, libros, compañías ferroviarias, tarjetas de crédito, y ahora hasta Virgin Galactic, una oferta de llevar 500 personas al espacio todos los años a partir de 2009.

En los años 1980 y 1990 atrajo el interés del mundo con vuelos en globo tripulados que batieron récords, y más

recientemente ayudando a fundar “Elders”, un grupo de respetadas figuras mundiales (incluso Mandela, Tutu y Annan) que se dedicarán a lidiar con problemas mundiales inextricables.

Después del Huracán Katrina, el gigante del periodismo Ted Turner le desafió a construir una refinería para “combustible limpio, en vez de sucio” y lo presentó a la Fundación de las Naciones Unidas, que Turner había iniciado como parte de una donación de 1.000 millones de dólares a la ONU y que ha ayudado a abogar enérgicamente por los biocombustibles en los Estados Unidos de América. Branson voló a Washington, se encontró con varios expertos –entre ellos el presidente de la Fundación, Senador Tim Wirth– y dice: “Decidí que tenían razón en lo que ellos decían.” A continuación invirtió capital en siete refinerías de biocombustibles.

El insiste que su iniciativa es “una empresa comercial, no una organización benéfica,” añadiendo: “La única manera de vencer el calentamiento de la Tierra es si podemos crear una industria de combustibles alternativos que se costee por sí misma.”

Virgin Fuels se propone investigar energía eólica, energía de las olas y posiblemente hasta energía nuclear, pero en primer lugar se concentra en los biocombustibles. Branson acepta que tienen sus desventajas y no son “100% favorables al medio ambiente”, pero insiste en que “son mejores para el medio ambiente que los combustibles convencionales, y constituyen una tecnología de transición crucial a corto plazo”.

Explica: “Comenzamos con el maíz, pero nuestro plan es llegar al etanol celulósico 100% favorable al clima, que es posible derivar de cultivos fibrosos de crecimiento rápido y residuos agrícolas. Estamos desarrollando enzimas que pueden transformar estas fuentes fácilmente disponibles –ya sea pasto de praderas, tallos de maíz, saucos o desperdicios domésticos– en combustible. A su vez, añade, esto “seguramente será seguido a largo plazo por otras soluciones para combustibles limpios que acabarán por ocupar su lugar”.

Branson espera desarrollar un combustible limpio capaz de usar en los aviones 747, pero también insta a las compañías aéreas a “adoptar maneras simples, de baja tecnología para ahorrar energía. Por ejemplo, en lugar de encender los motores en la puerta de embarque y usar 2 toneladas de combustible para llegar al final de la pista, nosotros estamos llevando los aviones con un remolque eléctrico.” Y añade: “Estoy alentando a la industria aeronáutica a abrazar este tipo de ideas. Ello ahorrará mucho dinero a las compañías aéreas al mismo tiempo de reducir las emisiones.”

Branson cree que los gobiernos “deberían asegurar que para el año 2020, por ejemplo, cada automóvil sea un coche híbrido, de flexi-combustible accionado por una combinación de electricidad, etanol y gasolina”, añadiendo: “Deberían obligar a todas las estaciones de servicio a tener etanol antes de esa fecha. Necesitamos que los líderes mundiales traten este asunto tan seriamente como la Segunda Guerra Mundial.

“Pienso que todas las personas adultas tenemos la obligación de entregar un planeta prístino a nuestros hijos. Debemos abandonar nuestra dependencia de los combustibles fósiles. Mi generación posee el conocimiento, los recursos financieros y –cosa igualmente importante– la fuerza de voluntad para hacerlo.

“Y también desearía que se reconociese a Virgin como la marca más respetada en el mundo. Si puede ser líder en asuntos relacionados con el calentamiento de la Tierra, y esto da realce a la marca, enhorabuena. Nos permitirá tratar el problema tanto antes.”



Robert Leslie

## Casas cultivadas

Construir casas con árboles es cosa de pájaros. Lo nuevo es cultivarlas. El arquitecto Mitchell Joachim y sus colegas en el Equipo de Ecología Humana del Instituto de Tecnología de Massachusetts desarrollaron el concepto para cultivar viviendas a las raíces de los árboles. La idea es hacer crecer los árboles usando el antiguo método de "entrelazado", tejiendo ramas para formar arcos, celosías o mamparas vivientes, sobre un marco de contrachapado diseñado por computadora que se quita y es reciclado una vez que la estructura creciente es estable. Las paredes se rellenan con parras, bolsillos de tierra y plantas vivientes (que proporcionan alimento para seres humanos y vida silvestre), revocadas con el "cob" (ver pág. 21) en su interior. Las casas llevan un mínimo de cinco años para crecer, pero podrían llevarse a la madurez en una granja y ser replantadas luego una vez vendidas. Joachim todavía está ajustando el concepto para ponerlo a punto, investigando plantas israelíes de crecimiento rápido y ventanas basadas en soya, pero todo indica que cultivar casas podría convertirse en realidad.



Mitchell Joaquim/Terreform

# Ideas

## Lana fría

"Quise tomar un producto que la gente usa todos los días y convertirlo en algo que no usara electricidad," dice Emily Cummins (19 años), la inventora de una refrigeradora impulsada por energía solar basada en lana de oveja. La idea se le ocurrió cuando estudiaba para su examen de bachillerato y, después de una visita a Sudáfrica y Namibia, se dio cuenta de que podría utilizar la lana para conservar frescos los medicamentos en lugares carentes de electricidad. La nevera, que se parece a un tacho de pedal para la basura, usa la luz del sol para evaporar agua a través de la lana, que es fijada entre dos cilindros de aluminio; la temperatura interior baja hasta 7°C. "Es un diseño simple que la gente misma podría construir, usando materiales de chatarra de objetos cotidianos," dice Emily. El aluminio reciclado necesita menos energía para producir que otros metales, y la nevera también es reciclable. Emily –que ahora sigue un curso de Estudios Comerciales en la Universidad de Leeds– ya ha recibido premios para su invento, y está trabajando en perfeccionarla para lograr una temperatura aún más baja. Espera completar el nuevo diseño dentro de poco.



Emily Cummins

# nuevas

## Ciudad ventosa

El Centro Mundial para el Comercio de Bahrain, que está construyéndose en la ciudad de Manama, es el primer desarrollo comercial del mundo diseñado con turbinas de viento integradas de gran escala. Sus torres se elevan a 240 metros (50 pisos) de altura del suelo, dándoles el aspecto de un par de velas gigantes alzándose del Golfo Pérsico. Las torres están unidas por tres puentes de 30 metros, cada una de las cuales soporta unas paletas de molino de viento de 29 metros. Las torres están colocadas contra los vientos preponderantes, permitiendo a las turbinas generar 1.100 a 1.300 megavatios-horas por año, equivalente a proporcionar iluminación a 300 viviendas, y proveen 11 a 15% de las necesidades energéticas del centro, eliminando 55 toneladas de emisiones de carbono.



Atkins

## Funicular dragón

Lo llaman el "Dragón Verde", y es la primera montaña rusa impulsada por sus pasajeros. Quienes buscan emociones en el Greenwood Forest Park –un parque de diversiones favorable al medio ambiente en Gwynedd, Gales– suben a un coche funicular, basado en los carros que se utilizaban en las minas de pizarra de Gales 200 años atrás, y bajan por una corta colina. Su peso arrastra el funicular vacío por la pendiente y genera suficiente electricidad para iniciar la vuelta. Luego, los pasajeros bajan del coche, suben la colina a pie y se embarcan en el funicular, que se pone en marcha para la vuelta de 250 metros, alcanzando una velocidad máxima de 40 kilómetros por hora, hasta detenerse abajo en el punto de partida, donde la próxima carga de pasajeros lo vuelven a subir. Tan eficiente es este sistema que se espera que en el espacio de un año de operación generará más electricidad de la que consume.



GreenWood Forest Park

## Conducir con el sol

Hay montones de coches con techo solar, pero los Xibra Xeros son algo diferente. Estos coloridos vehículos de tres ruedas –que vienen como un "sedán" de cuatro asientos o un "camión" de dos asientos– tienen paneles solares instalados en el techo. Comercializados por una empresa fabricante de coches eléctricos llamada ZAP (Zero Air Pollution, que significa "Cero Contaminación de la Atmósfera"), los híbridos electro-solares pueden marchar hasta 40 kilómetros a una velocidad de 65 kilómetros por hora –perfecto para andar por una ciudad– con el sol únicamente y con cero emisiones. Las pilas se recargan cuando el coche está aparcado en luz directa del sol, o pueden cargarse con electricidad en una toma de corriente de pared estándar.



Gary Fixler



# Limpiadores verdes

**E**l accidente nuclear de Chernobyl (con su noria abandonada, foto arriba), las guerras civiles en los Balcanes, los derrames de petróleo, los vertederos de basura industrial, la eliminación de productos químicos, los fertilizantes y los plaguicidas, y los sistemas de irrigación mal manejados... todos han acabado por inutilizar los suelos.

Según afirma la Agencia Europea para el Medio Ambiente, en Europa occidental y meridional solamente, se calcula que existen 1,8 millones de sitios de tierra severamente contaminada. Antes de poder construir o cultivar cualquier cosa en ellos, los suelos contaminados deben quitarse para evitar posibles peligros para la salud. Además, la polución con frecuencia se filtra a las aguas subterráneas, poniendo en peligro los suministros de agua y causando daño al medio ambiente, a veces lejos de la fuente de contaminación.

Ahora, en cada vez más partes del mundo, está desarrollándose una nueva solución, que consiste en aprovechar la fuerza de organismos vivos –plantas, hongos y microbios– que se alimentan de toxinas y contaminantes, para actuar así como “limpiadores verdes”. No es un proceso simple: hacen falta diferentes organismos en diferentes ambientes para extraer diferentes impurezas en maneras diferentes. Y ciertos organismos potenciales deben ser refinados antes de que puedan actuar, mediante cultivo o, a veces, mediante cuidadosa modificación genética.

Tomemos por ejemplo el jacinto de agua. Un hierbajo que crece exuberantemente, ahogando ríos y lagos en vastas regiones del mundo, está ofreciendo un verdadero salvavidas en Bangladesh. El arsénico, que ocurre naturalmente en el suelo, ha envenenado pozos, contaminando el agua potable de más de 55 millones de habitantes. Pero esta planta acuática crece con fuerza, absorbiendo el arsénico del agua y almacenándolo en su tallo y sus hojas.

De modo similar, plantas del género *Atriplex* absorben sales del suelo para ayudarles a retener agua y sobrevivir las sequías. De tal forma son capaces de restaurar las tierras convertidas en suelo salado e infértil debido a pobre irrigación. Estas plantas también absorben hasta 30 veces la cantidad de boro –usado en la industria nuclear y para fabricar fibra de vidrio– de la cantidad tolerada por muchas plantas.

Los hongos también pueden limpiar contaminantes, descomponiéndolos biológicamente. Por ejemplo, muchos hongos secretan enzimas que destruyen largas cadenas de hidrocarburos, convirtiendo petróleo y plaguicidas en partículas inofensivas. El mismo proceso hasta puede eliminar los peligrosos agentes que afectan los nervios, incluso la sustancia VX, si bien los gobiernos al parecer se muestran renuentes a explorar o revelar este potencial relativamente poco aprovechado.

En fecha más reciente, los científicos han estado alterando microbios artificialmente para consumir toxinas específicas, descomponiéndolas y tornándolas inofensivas –o en algunos casos efectivamente beneficiosas– para el suelo. La proteobacteria *Geobacter* ha sido modificada para aumentar su capacidad de consumir metales, materiales radioactivos y componentes de petróleo. También muestra otras promesas, como una pila natural para usos en nanotecnología, convirtiendo residuos humanos y animales en electricidad.

Compárese estos convenientes destructores de contaminantes con la necesidad de remover y eliminar cientos de miles de toneladas de tierra, o la creación de zonas de exclusión, como el área que cubre un radio de 30 kilómetros alrededor de Chernobyl. Y por lo general estos “limpiadores verdes” no emiten subproductos perjudiciales. Pero, como con todo en el medio ambiente, es necesario tener cuidado en su uso. Con harta frecuencia pueden ocurrir efectos imprevistos, especialmente cuando estamos trabajando en las fronteras del conocimiento.



# BioCombustibles

## Un dilema perenne

**EN EL NACIMIENTO DEL AUTOMOVIL, pareció que los coches serían accionados por biocombustibles. Henry Ford diseñó su famoso Modelo T para funcionar con combustible hecho de maíz y cañamo, y el primer motor diesel quemaba aceite de cacahuete. Los suministros de petróleo crudo barato en rápido aumento pronto los reemplazaron, pero ahora el mundo está empezando a volver a ellos.**

Casi la mitad de los coches del Brasil funcionan con biocombustible. Estados Unidos planea reducir el uso del petróleo en una quinta parte en el próximo decenio, aumentando la producción de biocombustible para compensar, y la Unión Europea ha acordado que deberá dar cuenta de una décima parte del combustible de los motores de sus países miembro para el año 2020. La atracción consiste en que ofrece un sustituto para la gasolina –cuya producción se espera comenzará a bajar en el curso de los próximos decenios– y, ante todo, que podría ayudar a combatir el cambio climático al reducir la quema de combustibles fósiles, la principal fuente de dióxido de carbono.

Los dos tipos de biocombustible, el etanol (hecho de plantas ricas en azúcar y almidón como maíz o caña de azúcar) y el biodiesel (tradicionalmente hecho de aceites vegetales –palma, soya y colza– y grasas animales), teóricamente son carbono-neutrales gracias a que el carbono liberado al quemarlos es reabsorbido por las plantas que están creciendo para la próxima cosecha. En la práctica, la cosa es mucho menos simple, debido a que a menudo hacen falta enormes cantidades de combustible fósil para cultivar, cosechar, fabricar y transportar los combustibles “verdes”.

Producir etanol de maíz conlleva un uso particularmente intenso de combustible. Un estudio autorizado sugiere que el proceso de la semilla al tanque puede utilizar hasta un tercio más energía que la cantidad que produce. El aceite de palma es una fuente energética mucho más rica, pero cuando se quema un bosque pluvial –como sucede a menudo– para cultivar palmeras oleaginosas o soya, muchas veces se libera más dióxido de carbono del que se ahorra.

Por otra parte, la destrucción de los

bosques seca las fuentes acuíferas, denuda el suelo, y lleva especies raras como el orangután a la extinción. Mientras tanto, la prisa por producir etanol de maíz –para el año próximo un tercio de los cultivos de los Estados Unidos se dedicará al mismo– ya está causando un alza en el precio de los alimentos, en detrimento de los pobres. Y hasta en caso de que se usara el total de la cosecha del país para ese fin, únicamente se produciría combustible suficiente para hacer funcionar una sexta parte de sus coches.

Por supuesto, es posible producir biocombustibles en forma menos perjudicial, y el PNUMA desea ver estándares internacionales para asegurar que sus beneficios compensen con creces sus desventajas. Pero las esperanzas están concentrándose cada vez más en la próxima generación de la tecnología.

Las nueces de *Jatropha curcas*, un árbol que puede crecer en tierras marginales, ofrecen cierta promesa. Pero los esfuerzos más grandes se dirigen actualmente a encontrar una manera de convertir la celulosa de las partes leñosas de plantas en un biocombustible aún más rico en forma barata. El avance definitivo, esperado dentro de cinco a diez años, permitiría fabricar combustible hecho con los residuos de cosechas como tallos de maíz –eliminando la competencia con el suministro de alimentos– y de árboles y hierbas, como por ejemplo sauce o la hierba *Panicum virgatum*, que podrían plantarse en tierra baldía y utilizarse para estabilizar los suelos.



La mayoría de los cultivos –trigo, arroz, maíz– son anuales. Maduran y mueren dentro de un año y se reproducen por semillas. Después de la cosecha, el suelo se erosiona fácilmente con el viento y el agua, y el planeta pierde 1% de su capa cultivable cada año.

Ahora los científicos trabajan en la búsqueda de cultivos perennes viables, ya sea versiones de los alimentos básicos actuales de más larga vida, como el trigo y el sorgo, o alternativas como el girasol maximiliano y la triga silvestre, una planta parienta del trigo que contiene casi un 66% más de proteína pero es exenta de gluten.

Los investigadores están identificando plantas perennes silvestres y cruzándolas entre sí o con anuales. Seleccionan el fruto de plantas que producen las semillas más grandes y numerosas, que dan un rendimiento tan confiable como los anuales y que viven por varios años. “Si logramos desarrollar plantas más fuertes, podremos usar el agua y los nutrientes de manera más eficiente,” explica el Dr Stephen Jones, un genetista en la Universidad del Estado de Washington que está desarrollando un tipo de trigo perenne.

Los cultivos perennes acarrear muchos beneficios. No es necesario arar y sembrar los campos cada año, lo cual ayuda a prevenir la erosión y ahorrar combustible. El sistema de raíces de las especies perennes es más extendido y les permite llegar al agua a mayor profundidad en el suelo. De modo que con mayor probabilidad podrán sobrevivir las sequías y las temperaturas más altas. Ayudan a reconstruir el suelo y absorben CO<sub>2</sub> de la atmósfera durante todo el año. Capturan mayor cantidad de nutrientes y son más resistentes a las enfermedades y plagas –calidades perdidas en sus parientes cultivados– con la consecuencia de que requieren menos productos químicos.

Ken Warren, director gerente del Land Institute en Salina, Kansas, quien está trabajando en el cultivo de trigo, girasol y sorgo perennes, dice: “Nombre usted cualquier abuso de agricultura –erosión del suelo, hidrocarburos, plaguicidas– y nosotros podemos eliminarlo con cultivos perennes.”

Se trata de un proceso prolongado. Algunos científicos tienen planes de recurrir a la modificación genética para acelerarlo, pero la mayoría utilizan métodos de entrecruzado tradicionales. Hasta el Dr Jones admite que serán las generaciones futuras quienes se beneficiarán. “No sucederá mientras yo viva,” dice.



# Diseñando el futuro



WTI Bangladesh; Nir Avneyon/Flickr

Los coches nuevos y las tecnologías más modernas a veces se describen como los juguetes de los “varones”, pero nadie oíría esta frase en boca de Heidi Hauenstein o Stephanie Johns. Como ingenieras, ambas están a la vanguardia de la investigación para producir automóviles más verdes.

Heidi Hauenstein, integrante del Equipo de Diseño de Avance del Rocky Mountain Institute, está trabajando para reducir radicalmente el peso de los vehículos al mismo tiempo de mantener su seguridad general. Además busca maneras de mejorar el aspecto de los coches de alto rendimiento energético, a fin de que se desprendan de su imagen de ecotontaina y puedan competir con leyendas como Ferrari y Pinafarina. Stephanie Johns, otra integrante del equipo, está desarrollando sistemas avanzados de acumulación energética para coches pesados y vehículos eléctricos híbridos que pueden recargarse enchufándolos en la red de suministro principal, y examinando la eficiencia de vehículos pesados como camiones y bulldozers.

“Es necesario que las mujeres formemos parte de la tarea de diseñar el futuro, o no será un futuro adecuado para nosotras”, dice Jackie Edwards, ganadora del Premio Aurora Blackberry de “Mujeres en la Tecnología” 2006. Esto siempre ha sido el caso: las mujeres fueron inventoras de la jeringuilla médica (1899), el calentador de agua eléctrico (1917), el silenciador para automóviles (1917) y su limpiaparabrisas, y del kevlar (1966), una fibra usada en absolutamente todo, desde neumáticos hasta trajes espaciales y chalecos a prueba de balas. Mas poco a poco los prejuicios contra ellas que aún podrán existir están desapareciendo, sobre todo debido a que la demanda de buenos ingenieros ahora sobrepasa la oferta.

Katy Roelich, graduada en ingeniería medioambiental, que participó en la limpieza de residuos nucleares en la Isla de Navidad, cree que la ingeniería necesita un delicado equilibrio

de capacidades femeninas, “no únicamente técnicas, pero de creatividad junto con habilidades de trato personal y administración”. Ella actualmente está trabajando con Arup, los innovadores arquitectos de Dongtan, la nueva eco-ciudad bajo construcción en China.

Pero sigue siendo cierto que tener éxito en un campo dominado por el hombre requiere determinación: Karen Petrie demostraba gran talento en las ciencias de informática, pero fue alentada a estudiar medicina. Sin dejarse inmutar, obtuvo un doctorado en inteligencia artificial, tras lo cual ayudó a la NASA a desarrollar su Sistema de Predicción de Observación Topológica [Topological Observation Predication System], “que observa cosas como el verdor de la masa de la Tierra y los cambios en el tiempo,” explica. “Por ejemplo, si el suelo en una región aparece un poco marrón y seco y se anticipa tiempo muy cálido, esto podría indicar que se trata de una zona donde podrían estallar incendios.”

También se están abriendo oportunidades para mujeres jóvenes en Asia, donde las tradicionales limitaciones de los roles de la mujer pueden añadirse a las barreras para su éxito. En 2008 será inaugurada en Bangladesh la Universidad Asiática para Mujeres, comprometida a identificar y desarrollar las carreras de mujeres en las ciencias a través de Asia del Sur. Uno de los pilares de su programa de graduadas será la ingeniería medioambiental y el desarrollo sostenible.

Hasta los estudiantes pueden hacer un aporte inmediato y sustancial para mejorar tanto la vida de la gente como el medio ambiente. La estudiante de ingeniería medioambiental Alia Whitney-Johnson está trabajando para maximizar la eficiencia del diseño de una turbina en un microsistema de energía hidráulica en Guatemala. “Descubrir los beneficios prácticos del trabajo es excitante,” dice. “Mi meta a largo plazo es especializarme en desarrollo sostenible y poner las tecnologías adecuadas al alcance donde más se necesitan”.

# Verde...

The Knitting Philistine



## *¡tan* última moda *¡*

**MUCHAS VECES LA MODA** parece repetirse a sí misma: los estilos de ayer vuelven mañana, o pasado mañana. Pero ahora los diseñadores y los fabricantes, pensando en los costos éticos y ambientales de la moda, también están reciclando los artículos.

No se trata de una idea nueva. Dos mil años atrás, en China, las prendas usadas solían cortarse en tiras y mezclarse con fibras vírgenes para hilarlas. Y en Europa desde principios del siglo XIX se ha vuelto a hilar lana gastada para hacer un tejido durable.

Hoy día, hasta es posible extraer fibras atractivas de fuentes tan poco corrientes como las botellas de plástico, que se cortan en escamas, se disuelven y se tejen para crear poliéster impermeable y abrigado. La empresa Patagonia de ropa de deportes ha estado fabricando forros de lana con este material desde 1993, y estima que ha ahorrado alrededor de 92 millones de botellas de vertederos e incineradores.

Y cuando a su vez los artículos fabricados con este tejido se han gastado, Patagonia ofrece un programa de reciclaje para transformarlos en prendas nuevas.

Este verano, la compañía minorista Marks & Spencer presentó uniformes escolares derivados de plástico. Terra Plana, fabricante de calzado favorable al medio ambiente, produce una línea llamada Worn Again (Reusados), utilizando 99% de su material de fuentes recicladas, incluso asientos de automóviles, mantas de las cárceles y pantalones usados por los bomberos. También produce un cuero, indistinguible del artículo verdadero, obtenido con una mezcla de cuero usado y tejidos textiles. Y quienes no pueden desprenderse de sus preciosos vaqueros pueden hacerlos convertir en un par de sandalias Kalahari en [recycleyourjeans.com](http://recycleyourjeans.com).

Las tecnologías verdes a la vanguardia

también están produciendo telas nuevas. Una de ellas, llamada Lyocell –producida con pulpa de papel– es suave, absorbente, fuerte e inarrugable. En Japón, un material parecido a la tela de jeans es fabricado con tallos de bananos, y unas brillantes camisas de verano se tejen con fibra hecha de los tallos de jengibre, normalmente descartados como residuo industrial después de haberse usado las hojas aromáticas y antibacteriales de la planta en productos cosméticos y otros. Todos estos materiales utilizan recursos sin explotar en el pasado, y todos ellos son biodegradables.

Los materiales tradicionales también están tornándose verdes. El cultivo tradicional del algodón usa enormes cantidades de agua: para la confección de un par de vaqueros hace falta usar hasta 15.000 litros, según el clima y los métodos de irrigación. Pero los nuevos sistemas de irrigación gota-a-gota suministran cantidades de agua cuidadosamente controladas a las plantas, reduciendo la evaporación, y los investigadores están tratando de desarrollar plantas de algodón de alto rendimiento que prosperan con mucho menos agua. Otra solución consistiría en seguir el ejemplo de los Señores Levi Strauss, quienes, en 1873, confeccionaron el primer par de sus ahora icónicos vaqueros de fibra de cáñamo, una alternativa del algodón con la mitad de su pisada ecológica. Al necesitar menos agua y menos productos químicos para crecer, el cultivo alimenta la tierra y produce una tela confortable, durable y chic.

Un reciente estudio llevado a cabo por la Universidad de Cambridge (Inglaterra) recomienda marcar las prendas con “eco-etiquetas” detalladas para facilitar a los clientes hacer opciones más informadas, seguros de que su procedencia es tan buena como su apariencia. Entonces será posible comprar ropa de cualquier color, sabiendo que también es verde.

Steve Rhodes





# Casas naturales

Las viviendas y otras construcciones dejan pisadas muy profundas en el planeta. El 40% de todos los productos minerales y metálicos son usados en construcciones, mientras la fabricación de hormigón –el material de construcción más común del mundo– usa enormes cantidades de energía. Y, una vez construidos, los edificios hechos de materiales modernos consumen gran cantidad de energía para calefacción y refrigeración.

El número de edificios está aumentando constantemente a medida que la población del mundo va creciendo, y la desintegración de las familias y la creciente afluencia en muchas sociedades aumentan la demanda. Entretanto, 500 millones de gente pobre, con poco acceso a materiales de construcción modernos, luchan para encontrar vivienda o refugio adecuado.

Todo esto está causando una oleada de interés en materiales de construcción y técnicas naturales. De baja tecnología, sostenibles y asequibles, éstos usan materiales locales dondequiera sea posible, y aplican técnicas fácilmente aprendidas y puestas en práctica.

Por otra parte, los edificios construidos con materiales naturales usan mucho menos energía. Un estudio reciente llevado a cabo por la empresa British Gas halló que las casas de adobe y cañas del siglo XVI eran de mucho más alto rendimiento energético que las construidas hoy día.

Es posible utilizar conocimientos modernos para mejorar estas técnicas aún más, por ejemplo asegurando su estabilidad sísmica o integrando tecnologías de energía renovable. Con la aportación de lo mejor de ambos mundos, el cambio hacia la construcción natural podría ayudar a crear viviendas sostenibles para los tiempos modernos. Entre los materiales naturales cabe incluir los siguientes:

**TIERRA COMPRIMIDA:** Esta técnica sencilla consiste en construir paredes comprimiendo tierra y otros materiales naturales, como grava, arcilla o paja, en capas dentro de marcos de madera temporarios denominados “moldes”. Las capas son apisonadas usando una herramienta pesada –puede ser una herramienta simple como un martillo manual de 5 kilos de peso o un instrumento de alta tecnología activado a gasolina– para formar unos bloques gruesos. Se construyen hileras una encima de otra, formando una masa dura como una piedra, tan duradera que aún existen estructuras de tierra comprimida de más de 1.000 años de antigüedad en Asia Central, en el Norte de África y en el Sur de Europa. Partes de la Gran Muralla de China fueron construidas con tierra comprimida 2.000 años atrás. Hoy día, existe creciente demanda de casas construidas comercialmente con tierra comprimida, sobre todo en Australia y los Estados Unidos de América. El método es naturalmente favorable al medio ambiente: la tierra es gratuita y está disponible localmente en todas partes, y requiere poca madera. Las paredes gruesas no necesitan pintura o yeso, son insonorizadas y mantienen estables las temperaturas interiores, son refractarias y resistentes a las termitas, además de no ser tóxicas. Y son hermosas: ¡parecen haber salido directamente de la tierra!

**ADOBE:** Los ladrillos secados al sol hechos de una mezcla de arcilla, arena y barro, a veces con la adición de paja y otros materiales, son uno de los materiales de construcción más antiguos del mundo. Posiblemente se hayan empezado a usar en el Medio Oriente –donde todavía existen estructuras de

adobe de cientos de años de antigüedad–, si bien con más frecuencia se los asocia con los pueblos autóctonos de América en el sudoeste de los Estados Unidos. También se han usado ladrillos de barro hace mucho tiempo en América Latina, en el Norte de África y España. El adobe es más apropiado en climas secos y cálidos, ya que no se mantiene bien con lluvias intensas, y es excelente para conservar los interiores frescos en el sol del desierto.

**BALAS DE PAJA:** Las casas de paja podrán parecer cosa de cuentos de hadas, pero tuvieron su origen en la vida real en las llanuras de los Estados Unidos al fin de los años 1800. Las balas se apilan para construir paredes y se sujetan con bambú o varillas reforzadas con alambra. Se cortan agujeros para ventanas y puertas, y las superficies se revocan con yeso. Las balas aíslan tan bien como la fibra de vidrio, pero gracias a que las paredes son mucho más gruesas, son aún más eficientes. Y los ensayos han demostrado que cuando están revocadas, son incombustibles. Sólo hace falta la paja de apenas 3 o 4 hectáreas de trigo o avena –o 1 hectárea de cáñamo– para construir una casa pequeña.

**ADOBE Y CAÑAS:** Esto consiste de un marco de madera equipado con unos paneles de enrejado hecho de varas, cañas, mimbres o juncos u otra madera flexible, llamados “zarzos”. Estas paredes son cubiertas –o “embadurnadas”– con una mezcla de paja y tierra o estiércol vacuno, y lavadas con cal para crear una vivienda durable, bien aislada. Si bien es asociada sobre todo con Inglaterra, Francia y Alemania



Eric Feinblatt

Kent Sandvik

medieval, esta técnica también tiene sus equivalentes en otras partes del mundo: en América Latina se la llama quincha, y en Japón es conocida como *komai-kabe* y usa un entramado de bambú. Es especialmente adecuada en climas húmedos porque las paredes “respiran”, evitando que la humedad quede atrapada en el interior.

**COB (“PAN REDONDO”):** Nadie sabe con seguridad dónde se originó esta técnica, pero en Inglaterra todavía existen estructuras de cob de 500 años de antigüedad. Similar al adobe, el cob es una mezcla de arena, paja, agua y tierra rica en arcilla. La mezcla se forma en pequeños panes redondos llamados “cobs”, que luego se amalgaman y se esculpen en paredes para producir una estructura curvilínea, refractaria, con excelente aislamiento.

**BAMBU:** Más de 1.000 millones de habitantes en Asia y América Latina viven en casas hechas de bambú. Liviano, de crecimiento rápido, resistente a los terremotos y más fuerte que la madera, este miembro de la familia de las plantas gramíneas es sumamente versátil. Pueden usarse pilares de bambú como sostén en la construcción; se entretejen tiras de bambú, que se cubren con yeso para crear paredes, y –sometido a vapor y dejado a remojo en una solución de cobre para protegerlo contra la putrefacción– puede utilizarse el bambú como reemplazo de las barras de acero. Si bien la construcción de bambú no es tan común en África, la planta es abundante en los países africanos del Este como Etiopía, donde actualmente se enseña a arquitectos e ingenieros a utilizarlo.

# ASUNTO APREMIANTE

**E**stán en todas partes. Las bolsas de plástico. Cada año se producen muchos millones más. Acaban desparramadas por ciudades y países, estrangulan a los animales, contaminan los océanos, y llenan los vertederos de residuos.

Sin embargo, la Dra Caroline Baillie las ve como una manera de tratar de resolver el problema de la pobreza. Profesora de ingeniería de materiales en la Universidad de Queen’s en Canadá, Caroline Baillie es el cerebro detrás de “Waste for Life” (basura-por-vida), una red de personas que buscan soluciones que ayuden al medio ambiente y habilitan a los habitantes locales. Su deseo es usarlos para crear materiales compuestos.

“Estos son materiales en los cuales la suma es mayor que sus partes,” explica la Dra Baillie desde su sede temporaria en Buenos Aires, Argentina. “La fibra de vidrio es un compuesto, así como lo es la fibra de carbón utilizada en la fabricación de motocicletas y aviones. Pero nosotros nos centramos en los plásticos reforzados.” Reforzar los plásticos con fibras como yute, lino y agave no es una idea nueva, pero el enfoque innovador de Waste for Life trata de reunir la ingeniería con el medio ambiente y la justicia social.

Los “cartoneros”, como se los llama en Buenos Aires, se dedican a juntar basura para rescatar cartón, plástico y papel que luego venden a intermediarios para reciclaje. “Los cartoneros recorren la ciudad de noche y juntan la basura arrojada a la calle,” explica la Dra Baillie. “Trabajan por cuenta propia, son autoorganizados y realizan el trabajo sucio de la ciudad: ellos no son dueños de la basura, pero se encuentran entre los pocos que actualmente están evitando que todo vaya a parar al vertedero.”

## ¿Y las bolsas de plástico?

“Aunque hay montones de bolsas de plástico,” explica, “no tienen valor de reventa y van derecho al vertedero, donde se descomponen en minúsculos trozos tóxicos que contaminan el suelo y el agua.” En el laboratorio de Waste for Life de Canadá, los ingenieros están desarrollando una prensa caliente barata, libre de sustancias químicas que convertirá las bolsas de plástico usadas y el cartón rescatados en tejas para cielorrasos. Usando más o menos la misma cantidad de electricidad como una plancha casera, la prensa será fácil de operar y barata para reproducir.

Una vez que se haya perfeccionado el prototipo de la prensa será embarcada a Buenos Aires, donde permitirá a las cooperativas de cartoneros entrar al negocio de las tejas para techos. Se hallan en marcha planes para un sistema similar en Lesotho, África, sustituyendo el cartón por la fibra de agave.

“Estamos haciendo todos los esfuerzos posibles para andar con pisadas cuidadosas,” dice la Dra Baillie. “Tratamos de decidir cuál es la mejor manera de organizarnos para crear un proyecto a largo plazo. Estamos aprendiendo cada día y gracias a que estamos aquí sin requerimientos de financiación somos flexibles: capaces de escuchar a la gente y modificar el proyecto basándonos en sus recomendaciones.”

Caroline también ha instalado un blog (<http://wasteforallife.org>) “para ayudar a la gente alrededor del mundo a aprender de nuestro proceso... y de nuestros errores.”

**Derecho a la raíz:** Una cosa es conseguir agua para cultivar alimentos en lugares cálidos y áridos, pero otra muy distinta es conservarla una vez que se la ha obtenido. Fácilmente puede haberse evaporado antes de que pueda haber hecho mucho bien. Desde la época romana, y tal vez antes, los agricultores han solucionado este problema usando unas vasijas de cuerpo ancho y cuello angosto, para regar plantas bajo tierra en las raíces. Enterradas hasta el cuello, las vasijas se llenan periódicamente con agua, que luego se va filtrando a través de la arcilla, manteniendo consistentemente húmedo el suelo de alrededor. Los arqueólogos sospechan que varias civilizaciones desarrollaron estas vasijas independientemente, ya que se las ha encontrado en Zimbabue, China, Irán, Pakistán y España. Los colonizadores españoles, que las llamaban “ollas”, las introdujeron a los habitantes de América del Norte y del Sur que aún las usan hoy día. La agricultura de pequeña escala en América Central y Sudamérica utiliza una adaptación moderna, en la cual las vasijas son totalmente enterradas y rellenas a través de caños de PVC.



J. Victor Espinoza/NMSU

**Superhierba:** Medicina, plaguicida, ingrediente para cosméticos, planta para tratamiento de la contaminación y conservadora del suelo: la hierba vetiver al parecer lo tiene todo. Hace mucho tiempo que esta alta planta almohadillada –muy extendida en la India y Tailandia– viene usándose para el tratamiento de estrés y depresión, y para estimular el sistema circulatorio y la reproducción de glóbulos rojos en la sangre. Se usan bolsitas llenadas con sus raíces pulverizadas para proteger telas contra polillas e insectos, y sus raíces también se cultivan comercialmente para producir un aceite fragante para uso en aromaterapia y cosméticos. En 1987, científicos del Banco Mundial descubrieron lo que los agricultores asiáticos habían sabido hace mucho tiempo: las raíces de la planta resistente a las sequías unen el suelo a una profundidad de 3 metros, mantienen humedad en el suelo y ayudan a recargar acuíferos. En fecha más reciente también se ha encontrado que filtran contaminantes, desde aguas residuales hasta metales pesados. Y gracias a que crece tanto en el agua como en el suelo, el vetiver puede utilizarse para limpiar estanques, lagunas y embalses.



Stefan Ottomanski

**Suelo negro:** Por espacio de cuatro milenios, los pueblos autóctonos de Amazonia en el Brasil han enriquecido sus suelos pobres con rica tierra de color oscuro –llamada *terra preta de Indio*– fabricada mezclando espigas de pez con carbón vegetal. Los científicos están aprovechando los antiguos conocimientos de la capacidad del carbón vegetal de ayudar a retener agua y nutrientes en el suelo, y combatir el cambio climático al mismo tiempo de mejorar la tierra. En Nueva Zelanda se están haciendo experimentos usando un producto de carbón vegetal hecho con residuos forestales como un sustituto de los fertilizantes petroquímicos (producir carbón vegetal mediante la quema sólo libera parte del dióxido de carbono absorbido por la vegetación a lo largo de su vida). Otros proponen extraer hidrógeno y metano de biomasa vegetal por pirólisis (calentamiento en un ambiente privado de oxígeno), enterrando los subproductos carbonizados como fertilizantes. Y otros están investigando la posibilidad de usar el carbón para absorber gases de efecto invernadero y luego enterrarlos. Y, desde luego, el cultivo de plantas que se usarán para fabricar carbón vegetal absorbe dióxido de carbono en primer lugar.



William Nicholson

**Energía terrestre:** La gente ha usado manantiales de agua termal, o termas –aguas calentadas por el magma de la corteza de la Tierra– para cocinar, lavar y calefacción por más de 10.000 años. Ahora se los está usando cada vez más como una fuente de energía renovable, lo cual no quiere decir que jamás hayan pasado de moda. Japón tiene una larga historia de baños en manantiales calientes, llamados *onsen*, y en 1830, el empresario Asa Thompson de Arkansas empezó a cobrar un dólar para el uso de baños parecidos, iniciando la moda de los balnearios en Norteamérica. En 1892 se abrió el primer sistema de calentamiento geotérmico de distrito en Boise, Idaho, que todavía calienta 200 casas y 40 locales comerciales hoy día. En Italia, en 1904 el Príncipe Piero Ginori Conti fue el primero en generar electricidad geotérmica, usando vapor para hacer funcionar un dínamo y generar energía suficiente para encender cinco bombillas. En la actualidad, Islandia obtiene el 90 por ciento de su calefacción doméstica de fuentes geotérmicas, mientras que 24 países en todas partes del mundo usan calentamiento geotérmico para producir electricidad comercial.



M. Lupidi/PNUMA/Topham

**En la corriente:** Más de 2.000 años desde que fueron desarrolladas por primera vez, las norias (o ruedas hidráulicas) –ruedas de irrigación impulsadas por el agua– todavía están en uso hoy día. Impulsadas por el flujo de un río o un arroyo, introducen una inacabable sucesión de recipientes en el agua, extrayéndola a razón de hasta 50 litros por segundo y dispersándola a unos abrevaderos o acueductos que la llevan a los campos. Existen pruebas en la literatura de que solían usarse en Egipto en el siglo IV aC, y algunos expertos las datan alrededor de 300 años antes. Descritas por el escritor romano Vitruvio en el año 1 aC –y por John Steinbeck en 1940–, eran ampliamente usadas en el mundo islámico y fueron introducidas en el nuevo mundo. Dieciséis de estas norias sobrevivieron hasta el presente milenio en el Río Orontes en Hama, Siria (una de ellas, de 21 metros de diámetro, data del año 1361 dC). Recientemente se construyó una noria nueva, con baldes plásticos de una capacidad de 100 litros en el Estado mexicano de Veracruz.



Andrew Churches

**Lombrices agricultores:** Las lombrices –los más antiguos aliados de los agricultores– ahora son presionadas para trabajar en la eliminación de residuos. Aristóteles las llamó “los intestinos de la Tierra”. Al abrir túneles a través del suelo crean espacios que permiten circular el aire y el agua, impidiendo que se torne compacto y seco, ayudando a los cultivos a crecer y protegiendo la tierra contra inundaciones y sequías. Las lombrices comen mientras van arrastrándose, pasando tierra y materia orgánica en descomposición a través de su cuerpo y arrojando excrementos, ricos en calcio, magnesio y fósforo, todos importantes nutrientes para el suelo. Hace mucho que los jardineros orgánicos usan su capacidad de transformar residuos en fertilizantes mediante la lombricultura, utilizándolas para ayudar a fabricar abono de residuos reciclados del jardín y la cocina. Pero ahora, unas granjas de lombrices de gran escala están convirtiendo estiércol animal, residuos municipales orgánicos y sedimentos de aguas residuales en fertilizantes, en vez de dejar que contaminen el agua, ocupen lugar en los vertederos, y emitan metano, un gas de efecto invernadero.



Stig Brautaset

# 7

## MARAVILLAS ANTIGUAS

**Dragón detector:** Allá por el año 132 dC, Zhang Heng, un astrónomo y matemático chino, inventó la primera máquina detectora de terremotos: una urna de 1,8 metros rodeada de ocho dragones mirando en ocho direcciones diferentes. Cuando ocurría un terremoto, la boca del dragón que miraba en dirección contraria a la del sismo se abría, liberando una bola de metal que caía con ruido en la boca de un sapo a sus pies. Se dice que en cierta ocasión el artefacto detectó un temblor a 644 kilómetros de distancia, a pesar de que ninguna persona que se encontraba cerca de la máquina pudo sentirlo. En casi 2.000 años todavía no hemos progresado mucho en pasar de detectar a pronosticar los terremotos, si bien la tecnología ha cambiado. El sismógrafo moderno, que usa una pluma sujeta a un péndulo para trazar la sacudida en un papel, proporciona mucho más información –incluso la intensidad y el epicentro del terremoto– y unas computadoras conectadas ahora captan la información sísmica en diversos sitios y la analizan en cosa de minutos, dando una ventaja a los trabajadores de socorro de urgencia.



Caren M. Calamita



Scott Camazine/Science Photo Library

# TECNOLOGIA

regalos de la naturaleza, aprovechados por el hombre

