

# PERSPECTIVA

## **AMBIENTAL** 42 Tecnologías apropiadas



Junio 2008

# P E R S P E C T I V A A M B I E N T A L 42

**Edición:**

Associació de Mestres Rosa Sensat  
Drassanes, 3 • 08001 Barcelona  
• Tel: 934 817 373 • Fax: 933 017 550  
Fundación TIERRA  
Avinyó, 44 • 08002 Barcelona  
• Tel: 936 011 636 • Fax: 936 011 632  
• <http://www.ecoterra.org>; en esta web podéis encontrar la colección entera de todos los cuadernos de educación ambiental PERSPECTIVA AMBIENTAL en formato PDF Acrobat d'ADOBE, que se publica desde el año 1995.

**Redacción:**

Jordi Miralles y Verónica Serrano

**Foto portada:**

Reflector Scheffler

**Fotos:**

Wiki Commons, Fundación Tierra y otros

**Impreso sin fotolitos con el sistema Computer to Print. Autoedición hecha en ordenadores alimentados con energía solar fotovoltaica. Maquetado con Adobe InDesign CS2.**

**Impresión:**

El Tinter

**Depósito Legal:** B. 2090-1975

**Tecnologías apropiadas**

La tecnología apropiada, más allá del concepto  
Principios de las tecnologías apropiadas  
Viviendas de bajo impacto  
Agua accesible  
Energía renovable  
Horticultura y devolver la fertilidad a la tierra  
Salud y calidad de vida  
Acceso a la información  
Economía sostenible  
Bibliografía y Internet

*El ingenio humano nos ha permitido disfrutar poco a poco de un elevado grado de civilización tecnológica. No podemos olvidar que el acceso a una vida mejor lo tenemos que compartir. Este catálogo de tecnologías apropiadas es en sí mismo una pequeña enciclopedia de pedagogía activa sobre ciencia y desarrollo.*

AMBIENTAL

## **Tecnologías apropiadas**

Somos inquilinos de la biosfera, que es nuestra casa común. El mundo que hemos de legar a nuestros descendientes está marcado por el hecho de que lo hemos llevado al límite de las posibilidades del planeta. Asimismo, en este barco comen, unos pocos viajeros, alrededor de un 20 %, lo hacen consumiendo el 80%. Nuestro modelo socioeconómico no es extrapolable al resto de la humanidad. Hacer frente a esta situación injusta nos obliga a reinventar lo que es colectivo y regresar a los valores sociales básicos: la igualdad y la cooperación.

Entre 1975 y 1980, las actividades humanas excedieron la capacidad regenerativa del planeta. Además, el petróleo que quemamos cada año equivale al carbono de la productividad de cuatro siglos de plantas y animales. Por eso, más que nunca, es necesario que hagamos las paces con el planeta y que armonicemos las relaciones entre la biosfera y la tecnosfera que hemos creado, ya que los asentamientos humanos, las redes de transporte y comunicación, las fuentes de energía, los culti-



Nuestra tecnología debería imitar la naturaleza y respetar sus ciclos.

## 2 Tecnología apropiada

vos, etc., están colapsando los sistemas naturales de la biosfera.

El problema radica en el hecho que la tecnosfera industrial avanza en lo que se conoce por procesos lineales, mientras que la biosfera lo hace con procesos cíclicos, en los que todo se reaprovecha. La sociedad compatible con la biosfera obliga a asumir un estado estacionario o el final del crecimiento material de la economía, apostar por las energías renovables y cerrar los ciclos de materiales. Por el contrario, la sociedad actual desaprovecha el flujo de material y, en general, se sabe que la relación entre el desecho y los productos duraderos que forman la riqueza material puede ser de 1 a 100.

Ante estas realidades, se imponen conceptos como el de biomimesis o estrategias de reinsertar los sistemas humanos dentro de los sistemas naturales a partir de algunos principios básicos como: funcionar con energía solar, usar la energía solo imprescindible, reciclaje total, recompensar la cooperación, utilizar energías que se preocupen de las generaciones futuras.

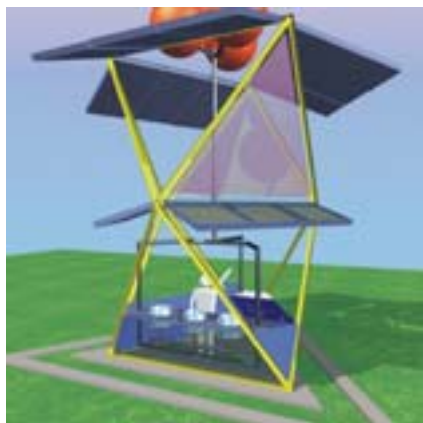
Si hoy podemos reivindicar el principio de biomimesis, no podemos olvidar que ya en los años sesenta y setenta surgió todo un movimiento intelectual defendiendo las llamadas tecnologías alternativas, intermedias o apropiadas. El término fue impulsado por el economista británico Dr. E. F. Schumacher, que propone un sistema económico y unas tecnologías basadas en la pequeña escala y el nivel comunitario, como requisito

para alcanzar un futuro sostenible.

En esta monografía, hemos querido hacer una compilación sintética de ejemplos concretos de tecnologías apropiadas o con rostro humano, que nos sirvan de inspiración y de reflexión sobre la necesidad de adoptar tecnologías congruentes con una sociedad más justa, más democrática y más integrada en la biosfera.

### **La tecnología apropiada, más allá del concepto**

Las tecnologías apropiadas están relacionadas con el lugar, los recursos, la cultura y los impactos de su uso. Las tecnologías apropiadas cambian en cada situación, como las estrategias de la naturaleza en uno u otro ambiente. Afortunadamente, hay muchas posibles tecnologías apropiadas para cada necesidad a satisfacer (refugio, agua limpia, energía, producción de bienes, etc.) y se puede desarrollar una u otra en función de los recursos del lugar y las cuestiones culturales.



Centro Las Gaviotas (Colombia) es una experiencia comunitaria de aplicación de tecnología apropiada que es un referente alrededor del mundo. En la imagen, la cocina solar del centro.

Es necesario adaptar de nuevo nuestro estilo de vida a los patrones del planeta. Las tecnologías apropiadas permiten dibujar un mundo mejor. En muchos casos son soluciones tradicionales que habían sido abandonadas y, en otros casos, son la respuesta a la preocupación sobre la degradación ambiental y las situaciones de desigualdad social y pobreza en que se ha basado la forma de actuar de la economía capitalista. Quizás antes de hacer este recorrido a manera de catálogo tecnológico debemos recordar la máxima de “vivir sencillamente para que los demás sencillamente puedan vivir”.

### **Viviendas de bajo impacto**

Disponer de un refugio que nos proteja de las condiciones externas, nos mantenga confortables y nos permita desarrollar nuestra vida familiar es una necesidad básica. Asimismo, actualmente, sólo en las zonas urbanas ya hay 1.000 millones de personas que viven en una vivienda inadecuada y se

### **Principios de las tecnologías apropiadas**

Las tecnologías son apropiadas en un lugar y en una sociedad concretas, y para las personas que las han de utilizar. No son las personas quienes se adaptan a la tecnología, sino que se trata de soluciones surgidas de las propias necesidades de las personas y adecuadas a ellas. Por ello, ya que a menudo se trata de tecnologías que se implementan en los países en desarrollo, hay que ir más allá de la “transferencia de tecnología”, puesto que el mismo concepto de tecnología apropiada excluye la imposición de una tecnología a las personas.

Entre los principios a considerar están el hecho de ser:

- Adecuadas: funcionan para lo que han sido diseñadas y son adecuadas a las circunstancias y a quien las ha de usar.
- Perdurables y de calidad, no se quedan obsoletas.
- Tecnologías de pequeña o mediana escala, es decir, de escala humana. “Si piensas que eres demasiado pequeño para hacer algo, intenta dormir con un mosquito” – el Dalai lama.
- Soluciones que surgen de la raíz de un problema o de una necesidad, no son un simple trapo, por lo que se trata de un diseño que considera las consecuencias de aquella tecnología.
- Diseños creativos adaptados a los condicionantes culturales y del entorno donde se han de desarrollar.
- Positivas ecológicamente: se pueden mantener estables para siempre sin agotar recursos naturales o causar daños ecológicos.
- Beneficiosas socialmente: aumentan la calidad de vida, el bienestar personal, son compatibles con las necesidades creativas de las personas y se fundamentan y permiten la equidad.
- Suficientemente baratas, con un coste bastante razonable como para estar virtualmente al alcance de cualquiera.
- Se basan en el trabajo y el tiempo humano, requieren más “mano de obra”.

#### 4 Tecnología apropiada

considera que uno de cada tres habitantes de las ciudades vive en la pobreza (en África, la cifra llega al 40% de los domicilios urbanos, y en el centro de Asia, la mitad de la población urbana vive en barracas). Además, hay cerca de 100 millones de personas que no tienen ni siquiera un techo. La problemática también afecta a las zonas rurales, donde la población no dispone de servicios básicos. En el otro lado de la balanza, la edificación uniforme que se extiende por las zonas urbanas del mundo sella el territorio con inmuebles contruidos con materiales de elevada energía incorporada, a veces tóxicos, no renovables y a menudo no reciclables, y que requieren una gran cantidad de energía externa para llegar a ser habitables.

Se necesita un nuevo equilibrio. Se ha de garantizar el acceso a una vivienda digna, que no dañe la salud de sus ocupantes ni del entorno. Las tecnologías apropiadas de construcción utilizan materiales naturales, renovables, disponibles en el mismo lugar donde se han de usar y permiten construir refugios de bajo coste y resistentes, ya que aprovechan los recursos naturales disponibles para su funcionamiento.



*Casas de paja (Strawbale)*

- <http://www.tallerdepalla.org>

- <http://www.casasdepaja.org>

El uso de balas de paja permite construir casas sanas, de bajo impacto ecológico y muy bien aisladas. Sus defensores luchan para que llegue a ser un sistema reconocido y acogido a normativas y especificaciones. La seguridad está garantizada: se han hecho pruebas estructurales, de humedad y resistencia al fuego, y en los Estados Unidos ya se han aprobado normas para la utilización de este material. La primera casa de balas de paja se construyó hace 130 años y todavía cumple sus funciones.

Son viviendas con una estructura barata y de construcción sencilla, que aprovechan un material renovable que se encuentra en el mismo lugar donde se ha de utilizar y con grandes propiedades aislantes, porque de hecho es un residuo de la agricultura que a menudo es quemado en el campo.

Las balas de paja pueden usarse como remache de una estructura de madera o como un sistema de muros de carga, donde las balas soportan el peso del techo. Durante la construcción hay que ir con cuidado con el almacenaje y proteger la paja de la humedad y la lluvia hasta que se le aplica el rebozo final, normalmente de arcilla, un material que deja respirar las paredes y contribuye a crear un interior sano y silencioso.

### *Earthships*

- <http://www.earthship.net>

- <http://www.earthship.es>

*Earthship* tiene que ver con formar parte de la “nave espacial tierra”, sabiendo que se trata de un sistema cerrado en el que sólo disponemos de recursos finitos para vivir y donde hemos de habitar en equilibrio con el entorno y sin dañar estos recursos. El *Earthship* es un refugio humano en el cual, desde los materiales que lo forman hasta la manera de funcionar, todo se sustenta y participa de los sistemas naturales. Desde el punto de vista energético, es totalmente autosuficiente, o casi. Son casas construidas con tierra del mismo lugar donde se edifica y materiales reciclados, como neumáticos o botellas de cristal (recursos elaborados por las comunidades humanas). Su coste de construcción vendría a ser el 25 % de la construcción de una casa convencional.



### *Arquitectura geodésica*

- <http://www.domehome.com>

- <http://www.zendome.com>

El *dome* geodésico, inventado en la década de 1940 por Buckminster Fuller (filósofo, matemático e ingeniero, que patentó el invento el 1951), respondía a la necesidad de crear proyectos de viviendas que ahorrasen recursos, en previsión de una escasez de vivienda para una población creciente. Quería reproducir el diseño análogo a las estructuras de la naturaleza. Los *domes* son viviendas modulares esféricas o con cúpula, que se construyen rápidamente a partir de una estructura metálica o de madera y plafones triangulares prefabricados que pueden incluir un sistema de aislamiento. La forma esférica de los *domes* hace que se les considere uno de los sistemas de edificación más eficientes conocidos, ya que la esfera es la forma geométrica con menos cantidad de superficie para contener un volumen determinado, por lo que ahorran materiales de construcción y energía para climatización.



Se trata de una estructura de gran resistencia ante fenómenos como tempestades, terremotos y vientos fuertes, y aporta calidades especiales en lo referente a la distribución de la luz y del sonido. Tres personas podrían construir un *dome* en cinco días. La autoconstrucción también

## 6 Tecnología apropiada

reduce sus costes. Pero las casas geodésicas se comercializan para el público general, sobre todo en América del Norte, desde hace más de treinta años en forma de kit automontable.

*Casas vivas*

- <http://www.arborsmith.com>

Las casas vivas son estructuras habitables fabricadas con vegetación arraigada y, por tanto, viva. La técnica de la caña viva (*pleaching*) es una técnica de creación de espacios para vivir, porches o pantallas, en la cual se toman cañas y, sin cortarlas, se doblan suavemente, se unen en grupos de cinco o seis, que generan arcos con la tensión suficiente y un reparto de fuerzas

estudiado para crear estructuras muy resistentes. Las cañas se pueden cubrir totalmente o parcialmente con piedras, yeso, o rebozo de arcilla. La arquitectura cultivable es similar a la técnica de la “arboricultura”, que guía el crecimiento natural de arbustos y árboles para crear estructuras u objetos, y también se aplica a la creación de casas hechas con árboles vivos y que crecen.



Casa hecha de bambú.

Otro sistema consiste en la utilización de especies de crecimiento rápido, como por ejemplo el bambú, en este caso cortadas, para construir viviendas y otras estructuras. Hay centenares de especies de bambú, adaptadas a diferentes ecosistemas y condiciones ambientales que, con su rápido crecimiento, pueden suministrar

materiales renovables y de gran resistencia. Se calcula que una superficie de 500 metros cuadrados de plantas de bambú podría aportar en un año el material necesario para construir una casa de unos 50 m<sup>2</sup>.

*Arquitectura con tierra*

- <http://www.calearth.org>

La construcción con tierra no es una técnica nueva, sino muy al contrario. Las primeras viviendas humanas eran de tierra, que fue el primer material disponible, y todavía continúan en perfecto estado fortificaciones y elementos del patrimonio histórico de gran antigüedad. Un tercio de la humanidad todavía vive en casas de tierra. Dadas sus ventajas ambientales (se basa en la simplicidad y prácticamente no consume energía, ni hacen falta herramientas o máquinas), se debería recu-



perar y construir con tierra tanto en las regiones faltas de recursos como en los países del Norte.

Las casas de tierra están hechas con materiales locales, accesibles, de bajo coste o nulo, y con baja energía incorporada. Tienen interiores atóxicos y transpirables y un buen comportamiento acústico y térmico pasivo. La técnica del tapial o de la tierra prensada también es idónea para estas construcciones.

Se pueden construir casas con paredes, rebozos, pavimentos y techos de tierra cruda (sin cocer) con diferentes técnicas según las costumbres locales, el clima y la tierra disponible: el tapial (muros de tierra prensada), la adobe (bloques de fango secados al sol), el cob (muros de una mezcla de fango y paja), los bloques de tierra compactada (hechos con moldes o máquinas sencillas) o las bolsas de tierra (bolsas de polipropileno repletas de tierra con las que se pueden hacer construcciones tanto provisionales como definitivas).



Fabricación de abobes.

## Agua accesible

Las tres cuartas partes de la superficie de nuestro planeta están cubiertas de agua, pero sólo el 2,5 % es agua dulce y, de esta cantidad, menos del 1% está disponible para el consumo humano. El ritmo de aumento de la demanda de agua duplica el ritmo de crecimiento de la población y se calcula que, si los patrones de consumo de agua actuales continúan, en menos de 25 años el 35% de la población mundial vivirá en lugares con escasez de agua, y 5.000 millones de personas vivirán en comunidades donde será difícil o imposible cubrir las necesidades hídricas básicas en lo que se refiere a agua para saneamiento, cocinar y beber. Conservar el agua dulce se convierte en una necesidad imperiosa para hacer frente a los retos del siglo XXI.

Según las Naciones Unidas, una persona necesita cada día unos cincuenta litros de agua (cinco para beber, diez para cocinar, quince para la higiene personal y veinte para usos de saneamiento). En cambio, la media de consumo de agua potable en los EUA es de 284 litros per cápita (y



Sacando agua de un pozo en medio de la nada.

## 8 Tecnología apropiada

en determinados estados se llega a los 800 litros al día). En nuestro país usamos alrededor de 150 litros por persona, mientras que en el África Subsahariana no llegan a los cinco. Así, mientras en una parte del mundo se malgasta el agua en lujos como la irrigación de campos de golf, la mitad de la población mundial no tiene sistemas adecuados de purificación de aguas. Hay 1.200 millones de personas sin acceso al agua potable (dos habitantes de cada diez), y más de 25.000 personas mueren cada día a causa de enfermedades relacionadas con la falta de agua en buenas condiciones de salubridad. De hecho, el 80% de las enfermedades en los países en desarrollo están causadas por el consumo o la exposición a aguas no seguras y es que, en estas regiones, más del 90% del agua residual y el 70% de los residuos industriales son vertidos sin tratamiento y contaminan el suministro de agua. Existen, sin embargo, tecnologías de gran sencillez, desde los filtros cerámicos a las bombas manuales de agua, que aportan soluciones para mitigar los problemas de escasez y calidad del agua.



*Filtros cerámicos*

- <http://www.pottersforpeace.org>

Desarrollados desde el año 1981 en Guatemala por el Dr. Fernando Mazariegos, los filtros cerámicos son filtros baratos para la obtención del agua potable, que pueden ser fabricados por artesanos locales. Se trata de recipientes de arcilla cocida en forma de tiesto o jarrón a los que se da forma con moldes, a mano o en tornos cerámicos, y a los que se añade un material vegetal muy abundante (serraduras, cáscaras del arroz, etc.) el cual, durante la cocción al horno, se quema y se deja en su

lugar toda una malla de finísimos poros (*Ceramic Water Purifier*). El acabado final es una capa de plata coloidal de propiedades bactericidas.

Para purificar el agua se hace pasar el líquido a través del recipiente: el filtro bloquea las partículas presentes en el agua, y la plata desactiva las bacterias bastante pequeñas para atravesar el filtro. Se pueden conseguir entre uno y tres litros de agua filtrada por hora, que se puede recoger en un recipiente cerámico o plástico para el agua limpia. Las pruebas en el laboratorio dan de un 98 a un 100% de efectividad en la eliminación de bacterias e indicadores de presencia bacteriana.

La organización *Potters for Peace* ha difundido esta tecnología y ha asesorado en la puesta en marcha de talleres e instalaciones de producción del filtro durante diez años y ha distribuido decenas de miles de filtros alrededor del mundo.

Con el baño de 1 kg de plata coloidal se pueden fabricar unos 7.000 filtros. Curiosamente, el producto lo suministra Laboratorios Argenol de Zaragoza.

Un ejemplo de filtro cerámico de producción industrial enfocado, en este caso, a su uso en países del Norte es el de Stefani Terracotta (<http://www.stefaniterracotta.com>), que comercializa recipientes de barro y purificadores de agua hechos con arcilla y equipados con filtros de carbón activo e igualmente plata coloidal. Estos dispositivos actúan por gravedad, no consumen energía para funcionar y refrescan el agua, por las propiedades de la cerámica.

### *Lifestraw*

- <http://www.lifestraw.com>

Es un dispositivo portátil de uso sencillo que permite purificar el agua a medida que se bebe. Diseñado en Dinamarca, se trata de una pajita que permitiría beber agua directamente de cualquier fuente de los alrededores con seguridad, ya que elimina partículas, virus y bacterias que provocan las enfermedades diarreicas más comunes: el sistema de filtros, las resinas halogenadas y la cámara yodada permiten extraer partículas de quince micras o más, eliminar microorganismos de hasta seis micrones y los sensibles al yodo, como *Shigella*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, que causan diarrea, disentería, fiebre tifoide y cólera. También mejora el sabor del agua. Cada *LifeStraw* puede filtrar adecuadamente unos 700 litros de agua, y se propone como un producto cétel para países en vías de desarrollo donde no hay acceso a agua tratada adecuadamente, y para excursionistas o aventureros y kits de supervivencia. Tendría un coste de unos doce euros. Actualmente, sólo las instituciones pueden comprar este dispositivo.



### *Sodis*

- <http://www.sodis.ch>

SODIS son las siglas del Solar Desinfection, un sencillo sistema para mejorar la calidad microbiológica del agua. Esta tecnología aprovecha la radiación solar para destruir los organismos patógenos (virus y bacterias como el cólera o el *E.coli*) que causan enfermedades asociadas al agua.

Puede tratar pequeñas cantidades de agua contaminada (hasta tres litros), que se colocan en el interior de



## 10 Tecnología apropiada

botellas transparentes de cristal o plástico PET y se exponen a los rayos solares durante al menos seis horas. El tratamiento del agua se produce por la sinergia entre la acción de la radiación UV-A (longitud de onda entre 320-400 nm) y el aumento de la temperatura del agua: si la temperatura supera los 50 °C, el proceso de desinfección es tres veces más rápido, y si supera los 63 °C se habla de pasteurización del agua, con que se eliminan los patógenos más habituales.

Se ha introducido en diversos proyectos desde el año 1999 en áreas donde la población local no tiene acceso al agua potable, como aldeas de Kenya, Bolivia, Indonesia, Pakistán o Uzbekistán, y los estudios de seguimiento hechos dan como resultado reducciones de la incidencia de diarreas de entre un 10 y un 70% en familias que aplicaban la tecnología SODIS.



*AquaStar UV*

- <http://www.uvaquastar.com>

AquaStar es un sistema portátil de purificación de agua con radiación UV-C. Es un dispositivo ligero (pesa unos cien gramos), resistente y pequeño, ya que se trata de una adaptación de las habituales botellas de agua de policarbonato utilizadas en la montaña. Puede tratar un litro de agua en un minuto y tiene una larga duración (unas 8000 horas de uso de la lámpara de UV-C). Para su funcionamiento, utiliza dos pilas estándar para cámaras. Incluye un control electrónico que programa la dosis correcta de radiación (longitud de onda de 254 nm) para hacer el agua segura. Se presenta como un producto para excursionistas, situaciones de emergencia y familias sin acceso a agua limpia.



*Hipporoller y Q-drum*

- <http://www.hipporoller.org>

- <http://www.qdrum.co.za>

La finalidad de estos diseños es hacer más sencillo el transporte de agua diario a grandes distancias a las regiones empobrecidas y con escasez de recursos hídricos. Habitualmente, la tarea de captación y transporte de agua pide esfuerzo y una pérdida de tiempo y salud (se asocia con problemas de malnutrición, anemia, dolor en el cuello y en los huesos), que recae en mujeres y niños que caminan diversos

km cada día transportando cubos de unos veinte litros, en condiciones de higiene no controladas, tradicionalmente en la cabeza.

El *Hippo Water Roller* es un contenedor con forma de barril que se puede arrastrar o empujar con la ayuda de una manilla de acero inoxidable. Puede transportar noventa kilos de agua, pero como se arrastra por el suelo, el efecto es el de mover sólo 10 kg. El contenedor es de polietileno estable a la radiación UV, y resistente para soportar el terreno irregular de las zonas rurales. Se puede llenar y limpiar fácilmente. El producto ha sido probado sobre el terreno y ha recibido diversos premios. Permite conseguir cinco veces la cantidad habitual de agua en menos tiempo y con menos esfuerzo.

El *Q-Drum* es otra propuesta de contenedor rodante sencillo, duradero y de bajo coste. Se trata de un contenedor vacío, con un orificio longitudinal que permite que sea arrastrado por medio de una simple cuerda, normalmente disponible y reemplazable localmente, que evita manillas y partes móviles. El material es polietileno de baja intensidad modelado.

El diseño permite arrastrar cincuenta litros de agua y recorrer diversos km sin esfuerzos.



### *Bomba manual*

- <http://www.kickstart.org>

Se trata de una tecnología de microirrigación que funciona con la fuerza motora humana, apta para pequeñas granjas de zonas rurales. Bajo el nombre de KickStart's Manual MoneyMaker, estas bombas de microirrigación de bajo coste funcionan con un pedal o manilla. De esta manera, las familias pueden convertir su pequeño terreno en una fuente de recursos económicos, gracias al bombeo manual. Estas bombas permitirían cultivar y vender de tres a cuatro cosechas cada año, multiplicar el salario por diez y crear un margen de negociación más amplio respecto a los precios de la producción.

Los primeros modelos de estas bombas pequeñas se empezaron a introducir en el año 1996 y se fueron perfeccionando para incluir sistemas de succión y bombas de presión, que permitieran superar pendientes y recorrer más distancia desde el punto donde se encontraba el agua.



## 12 Tecnología apropiada

Actualmente permiten irrigar hasta un acre (4.047 m<sup>2</sup>) de tierra y bombear desde una profundidad de catorce metros.

Es un sistema usado en Kenya, Tanzania y Mali, donde funcionan 45.000 bombas (más del 5% manipuladas por mujeres). Su fabricación local ha permitido crear veintinueve nuevos lugares de trabajo y generar 37 millones de dólares anuales de beneficio.



### *Roundabout playpump*

- <http://www.playpumps.org>

El sistema PlayPump permite bombear agua aprovechando la fuerza motora del juego de los niños: la idea es que mientras los niños juegan, prestan un servicio esencial a la comunidad. Se instalan cerca de las escuelas y tienen la doble función de servir como juego para los niños y como bomba para extraer agua subterránea hacia un depósito de 2.500 litros elevado siete metros. Un simple grifo permite entonces el acceso al agua. Es económica de usar y requiere poco mantenimiento. Permite obtener hasta 1.400 litros de agua desde cuarenta metros de profundidad para cada hora de giro a dieciséis rpm- Puede extraer agua situada a una profundidad de cien metros



### *Ariete*

- <http://www.weinmann-online.de>

El ariete hidráulico es un dispositivo patentado en el año 1796 por Joseph Montgolfier que permite aprovechar únicamente la energía de un pequeño salto de agua para elevar parte de su caudal a una altura superior. Cayó en desuso con los avances de las bombas centrífugas, pero se trata de una tecnología accesible y ambientalmente sensata, que permite transportar agua en altura sin consumir energía. El ariete consiste en una máquina que provoca continuos cerramientos bruscos de un circuito con agua en aceleración y aprovecha las sobrepresiones que se crean (conocidas por los fontaneros como “golpe de ariete”) para llevar el caudal a una gran altura, sin consumo de energía.

### *Captación de agua de niebla baja*

En la atmósfera hay en todo momento aproximadamente 12.900 Km<sup>2</sup> de agua, el 98 % en forma de vapor, el 2% en forma de nubes. Existen diferentes sistemas para aprovechar la humedad atmosférica, como los pozos de agua (*air-wells*) o los charcos de rocío (*dew ponds*), conocidos desde la antigüedad, u otros más modernos, como los captadores de niebla. Estos dispositivos textiles de grandes dimensiones se instalan en la dirección del viento en zonas áridas próximas a la costa y a zonas montañosas donde se forman nieblas. En las mallas o pantallas verticales permeables el aire (luz 1mm) condensa el vapor de agua de la niebla, que se recoge y almacena en unas canalizaciones inferiores. No requieren energía para funcionar y son sencillas de diseñar y fáciles de construir. La vida útil de la malla puede ser de unos diez años y el coste es de 25 céntimos de dólar por m<sup>2</sup>. Se han llevado a cabo proyectos para tratar de proveer de agua a poblados enteros. Por ejemplo, un proyecto con 94 colectores en Chile permitió obtener en cinco años hasta 7500 litros de agua a un ritmo de 3 l/m<sup>2</sup> y día. En la mayoría de lugares, este sistema no permitiría un suministro regular ni suficiente para dotar a la población de todo el agua potable necesaria, pero en determinados microclimas de niebla, cada pequeña población podría, con unos 30-80 colectores de niebla, cubrir sus necesidades.



### **Energía renovable**

Consumir energía es indispensable en nuestra vida cotidiana, porque la necesitamos para procesos básicos como cocinar, calentarnos o iluminarnos por la noche. Las fuentes de energía y las tecnologías que utilizamos, sin embargo, determinan su impacto ambiental. Una sociedad que piense en el futuro ha de utilizar fuentes renovables de energía (el sol, el viento), disponibles en todas partes, y que permitan una gestión descentralizada. Las energías renovables son tecnologías apropiadas para una sociedad más igualitaria y equilibrada, que quiera minimizar los combustibles fósiles que generan emisiones nocivas a nivel global y local. Además



## 14 Tecnología apropiada

de contribuir al cambio climático, el uso masivo de la leña provoca deforestación y genera contaminación local y problemas de salud: se consumen 1.500 millones de m<sup>2</sup> de madera cada año sólo para ser quemada en fuegos en el suelo para cocinar o calentarse, y su humo genera problemas respiratorios y oculares, sobre todo a las mujeres y niños, los más expuestos. Por otro lado, cerca de 2.000 millones de personas en el mundo no disponen de electricidad, cosa que les impide usar determinadas tecnologías o sistemas de comunicación. Las alternativas son tecnologías sencillas y sostenibles, como los sistemas de cocción y procesamiento solar de alimentos, el aprovechamiento eólico o hídrico a pequeña escala o los aparatos eléctricos autorecargables.



*Cocina solar parabólica*

- <http://www.alsol.es>

Las cocinas parabólicas son ingenios para concentrar los rayos solares de manera que permitan la cocción de los alimentos. El reflector, hecho a menudo de aluminio pulido, forma una parábola reflectante que se ha de orientar correctamente conforme el sol hace su recorrido en el cielo (aproximadamente cada veinte minutos), para que el punto focal coincida con el recipiente de cocción, que ha de ser preferiblemente negro y mate para absorber al máximo los rayos solares. Consiguen temperaturas lo suficientemente altas para poder freír alimentos, aunque también se pueden hacer en ella otro tipo de procesos. Las cocinas con un diámetro de la parábola de 1,4 m tienen potencias de 600 w, con tiempos de cocción ligeramente superiores a los de las cocinas convencionales. Tienen una gran durabilidad. Se han desarrollado diferentes diseños, pero el más fiable es el del Dr. Dieter Seifert. Actualmente, este modelo se fabrica en nuestro país por la empresa catalana

AlSol Technologies Solars, S.L.



*Secadero y pasteurizador solar*

- <http://www.alsol.es>

Los secaderos solares son sistemas para reducir el contenido en agua de los alimentos, aprovechando la energía del sol, para conseguir su con-



servación en el tiempo. Suelen ser sistemas tipo caja cubiertos con un material transparente, en los que se genera el efecto invernadero. En los sistemas directos es el sol que, directamente, deshidrata los alimentos (frutas, hortalizas o semillas), mientras que en los indirectos es el aire calentado que circula por convección natural el que deshidrata los alimentos colocados en las bandejas. Los secaderos pueden ser autoconstruidos o comerciales, y pueden hacerse también de tamaño mediano para pequeñas actividades empresariales. También funcionan como pasteurizadores, porque permiten que el agua alcance la temperatura suficiente (63 °C) para eliminar gran parte de los organismos patógenos.

### *Cookit*

- <http://www.solarcookers.org>

Se puede cocinar con el sol casi sin ningún medio, y el Cookit es una prueba de ello. Este sistema, basado en las sencillas cocinas de paneles desarrolladas por el Dr. Roger Bernard, consiste simplemente en un panel de cartón plegable con una cara reflectante. Para cocinar en él, hay que introducir los alimentos en un recipiente de cocción negro, que se coloca sobre el reflector dentro de una bolsa de plástico para reducir las pérdidas de calor. Se plantea como una solución de bajo coste (sólo 5 US \$), sobre todo para acciones de emergencia. Se ha usado con éxito para facilitar la cocción de alimentos en campos de refugiados. Permite cocinar pequeñas cantidades de comida y requiere tiempos de cocción largos.



### *Hot Pot*

- <http://www.she-inc.org/hotpot.htm>

El Hot Pot u “olla solar” es también un sistema de cocción solar basado en los diseños del Dr. Roger Bernard, pero con un diseño estandarizado, limpio y duradero para el recipiente de cocción. Utiliza una olla aislada y un reflector (de cartón o aluminio), pero con una olla de cristal resistente al calor, con un recipiente interno negro, donde se cocinan los alimentos. Es portátil y sencilla de usar, mantener y limpiar. No permite freír, pero sí cocinar platos diversos (sopas, legumbres, carnes, arroz, verduras) e incluso cocer pan o pasteles.



## 16 Tecnología apropiada



*Horno solar*

- <http://www.sunoven.com>

El horno solar aprovecha el efecto invernadero que se crea en una caja aislada, con el interior negro y una cubierta de cristal, cuando se expone al sol, para cocinar con una fuente renovable y limpia como es el sol. Permite hacer preparados al horno, pero también cazuelas. A diferencia de las cocinas solares de concentración, no requiere ser orientado tan a menudo y puede funcionar si hay nubes de manera momentánea, ya que acumula el calor, pero los tiempos de cocción son superiores. Los alimentos nunca se quemarían y no provoca deslumbramientos. Es un sistema de fácil construcción, pero también existen hornos solares comerciales de gran calidad.



*Reflectores solares comunitarios Scheffler*

- <http://www.solare-bruecke.org>

Los reflectores Scheffler son ingenios de concentración solar de foco fijo. El reflector es un espejo parabólico deformable que gira de manera sincronizada con el Sol (mediante un pequeño dispositivo fotovoltaico) y se ajusta a las estaciones del año, de manera que siempre captura el máximo de sol posible. Cuando se utiliza para cocción solar, permite que el punto de cocción se localice en el interior de las instalaciones, mientras que el reflector

se sitúa en el exterior o en la cubierta del edificio y, así, ofrece la misma comodidad que una cocina convencional. Permite alcanzar temperaturas muy elevadas (1020 °C en el foco de un reflector de tan sólo 2,7 m<sup>2</sup>), que permiten freír y otros procesos. Los reflectores tienen otras aplicaciones además de la cocina familiar o colectiva, como lavaderos o aplicaciones industriales de vapor. Se han fabricado reflectores de diferentes tamaños, desde 0,5 m<sup>2</sup> a grandes reflectores de 50 m<sup>2</sup>, pasando por los intermedios (ocho, diez, dieciséis m<sup>2</sup> y otros). Existen entre 800 y 900 reflectores Scheffler instalados por todo el mundo en más de 24 países –200 en cocinas colectivas–, entre las que destacan las mayores cocinas solares del mundo, en Tirupati y Tirumala, en la India, que permiten cocinar al menos para 18.000 comensales. El reflector está pensado para poder ser construido en cualquier parte del mundo con los materiales disponibles localmente (acero,

Reflectores Scheffler en una instalación para cocina comunitaria en la India. Son un invento del físico Wolfgang Scheffler.

espejos). El autor del diseño ha decidido no patentarlo y los planos del reflector son accesibles a través de la web o contactando a los autores.

### *Calor retenido*

- <http://www.kuhnrikon.ch>

Otra herramienta clave para el ahorro de leña son los recipientes para conservar el calor retenido. El calor retenido se basa en el aprovechamiento de las propiedades de los materiales aislantes para ralentizar el enfriamiento, una vez tenemos los alimentos a una determinada temperatura. Así se consigue un ahorro notable de energía. El caso es que un alimento mantenga la temperatura y, por tanto, pueda acabar su cocción sin necesidad de energía externa. La cocción con calor retenido es una práctica antigua (recordemos la cesta dentro de la cual se colocaba una olla envuelta en una manta). Hoy, diversos ingenios hacen esta función usando materiales modernos. Uno de estos es el caso del *Wonderbox* (<http://www.climateinterchange.com>), desarrollado por Climate Interchange.

Otro es la eficiente olla Hotpan, que fabrica Kuhn Rokon, la cual incorpora en su diseño el aislamiento para poder acabar la cocción con calor retenido. Las ollas aisladas reducen el consumo energético, porque retienen el calor y permiten acabar la cocción de los alimentos una vez parada la aportación de energía. Utensilios como el Hotpan, que permiten aplicar calor brevemente a la olla de cocción y acto seguido aprovechar el aislamiento del conjunto, permiten acabar la cocción de los alimentos ahorrando hasta el 60% de la energía en comparación con una olla convencional. Resulta especialmente interesante para alimentos de larga cocción como legumbres, pero se puede utilizar con todo tipo de alimentos (arroz, verduras, etc.).



Corte de una olla de calor retenido.

### *Pot in pot*

- [http://www.rolexawards.com/laureates/laureate-6-bah\\_abba.html](http://www.rolexawards.com/laureates/laureate-6-bah_abba.html)

Sistema de refrigeración que aprovecha el efecto evaporativo de la exudación del agua a través de los recipientes para conseguir un enfriamiento natural de los alimentos frescos para su conservación. Desarrollado por el prof. Mohammed Bah Abba, consta de dos recipientes cerámicos concéntricos separados por una capa de arena que se ha de mantener húmeda y de una cubierta de ropa que impide la entrada de aire caliente.

## 18 Tecnología apropiada



Cuando la temperatura alrededor del recipiente aumenta, el agua de la arena exuda hacia el exterior a través de la jarra exterior y se evapora. Mediante este fenómeno, enfría el contenido del bote interior (donde se encuentra la comida). Esta “nevera pasiva” permite conservar frescos tomates, berenjenas y pimientos durante semanas en vez de días. En la década de 1990 se realizaron miles de estos sistemas, que se distribuyeron a familias de toda Nigeria que no disponían de electricidad.

### *Bombeo de agua con energía solar fotovoltaica directa*

Existen sistemas de energía solar fotovoltaica directa sencillos, que permiten extraer y bombear agua. El almacenaje de agua en altura permite tener presión en los momentos en que no hay radiación solar. Es interesante, sin embargo, cómo se complementan los momentos demás irradiación solar con las mayores necesidades de agua de las cosechas, mientras que en días de lluvia no se genera electricidad, pero tampoco

es necesario regar. Estas instalaciones son adecuadas para sistemas de riego a pequeña escala, que permiten cultivar en zonas rurales no electrificadas donde no sería posible o se dependería de generadores que consumen combustibles. La capacidad de bombeo depende del área de paneles solares: una superficie de 2 a 4 m<sup>2</sup> puede proporcionar de 6 a 8 litros por segundo a una altura de 5 metros y permite irrigar de 1,5 a 2 ha de tierra con una cantidad moderada de agua (lo ideal sería utilizar tecnologías de uso eficiente del agua, porque entonces



La refrigeración de medicinas en el trópico para poderlas conservar es un problema que la energía solar fotovoltaica puede solucionar.

el sistema aprovecha de manera óptima la escasa agua subterránea disponible). El sistema resulta económico a largo plazo y permite un suministro estable en regiones aisladas.

### *Eólica de pequeña escala*

- <http://www.urban-wind.org>

Las turbinas eólicas pequeñas, tipo molinos multipala, permiten la

generación de electricidad para luz, refrigeración o aparatos como la televisión, como también el bombeo de agua para irrigación y consumo en zonas rurales aisladas, mejorando el acceso a recursos básicos y aumentando la calidad de vida. Se han realizado experiencias de diseño y construcción sobre el terreno de dispositivos de pequeños aerogeneradores. Asimismo, en estos momentos hay diseños muy eficientes desarrollados por empresas tecnológicas del primer mundo. La transferencia de estas tecnologías debería ser una prioridad, debido a que son el resultado de aplicar los más avanzados diseños aerodinámicos y electromecánicos. Una pequeña turbina de 300 a 500 W con vientos de más de 6m/seg permite un rendimiento de 1,8 kWh al día y, por tanto, suministrar unos 650 kWh año. Además, sistemas de esta clase se pueden conectar también a paneles solares fotovoltaicos para la creación de sistemas híbridos.



Miniturbinas Swift

### *Seguidores solares*

- <http://www.tracker.cat>

Los seguidores solares aumentan la eficiencia de paneles solares fotovoltaicos para la producción de electricidad, porque permiten la orientación constante de los paneles hacia el sol. Suponen un coste a añadir inicialmente, pero también se aumenta el rendimiento del sistema. Actualmente existen seguidores pequeños, para pequeñas potencias, adecuados para viviendas aisladas, señalizaciones, farolas autónomas, etc. Queremos señalar el diseño de una empresa catalana, FEINA, Sccl, que fabrica seguidores de 1 m<sup>2</sup> a 4 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos. El incremento de rendimiento del sistema fotovoltaico al incorporar el seguidor respecto a los paneles fijos sería de un 26 a un 30%.



Mini Seguidor SF4

### *Colectores solares térmicos sencillos comerciales o autoconstruidos*

- <http://www.geohabitat.es>

Los colectores solares térmicos son sistemas para calentar agua de manera pasiva aprovechando el impacto de los rayos solares. Existen diseños económicos y sencillos, que pueden ser fácilmente construidos

## 20 Tecnología apropiada



con los materiales disponibles, que consisten simplemente en un tanque pintado de negro y cerrado en un recipiente con cristal en la cara que mira al sol y con aislamiento para el resto de las paredes. De esta forma, el mismo tanque de acumulación hace de absorbedor. Este modelo también está disponible de manera comercial, con un colector de gran durabilidad realizado con polipropileno preparado para la intemperie, un dispositivo de acero inoxidable y una cubierta de cristal doble, que no requiere mantenimiento. Permite obtener agua entre 25 y 50 °C durante el día y mantenerla a esta temperatura de dos a seis horas después de la puesta de sol.

Otro sistema similar es el modelo de colector solar de uso directo a base de una manga de riego. Existe un modelo comercial de fácil montaje que aprovecha este efecto (la ducha solar *Sunny*).



Purificación de agua con tecnología solar.

### *Desalinización solar*

- <http://www.rdsolar.de>

La desalinización es una solución para la obtención de agua potable a partir de agua de mar o de fuentes de agua excesivamente salinas. Es un proceso que se puede llevar a cabo con tecnologías sencillas y apropiadas, aprovechando la energía renovable del sol, ya que los lugares áridos con escasez de agua suelen disponer de abundante sol y el periodo de mayor demanda de agua coincide

con el de mayor disponibilidad de energía solar. Existen destiladores simples, que son un recipiente de poca profundidad que contiene el agua salina y una cubierta transparente que provoca el efecto invernadero y hace que el agua se caliente y se evapore. La cubierta tiene una inclinación determinada para que el agua vuelva a condensarse en ella y resbale, limpia de sales y prácticamente libres de gérmenes, hasta ser recogida en una pequeña canalización.

Las desalinizadoras solares producen entre uno y cinco litros de agua diaria por metro cuadrado de superficie y pueden construirse en el ámbito local con materiales accesibles y proveer de agua a familias o pequeños núcleos de población. Se han llevado a cabo estudios de investigación con destiladores simples que permiten garantizar producciones de diversos metros cúbicos al día para el suministro de núcleos medianos de población.

### *Biogás con excrementos*

- <http://www.tecnologiaendesarrollo.org>

Hay 2600 millones de personas alrededor del mundo a las que les falta un sistema de saneamiento adecuado en la vivienda, pero al mismo tiempo hay sistemas que hacen posible aprovechar los excrementos humanos (y animales) para generar biogás. El biogás es una forma de energía apta como combustible para cocinar o generar electricidad.

Hay proyectos para convertir la orina y los excrementos humanos (mezclados con residuos orgánicos como piel de plátano, algas y otros) en una fuente de biogás de bajo coste. Otro sistema es un water que permite convertir las heces en biogás y la orina en fertilizante.



Biodigestor en construcción.

### *Radios y linternas autorecargables*

- <http://www.freeplayenergy.com>

El acceso a la información, a la educación y a la luz cuando se necesita, son requisitos para salir de los círculos de la pobreza, y la radio, en estas regiones, se convierte en una fuente de información y educación y en una forma de combatir el analfabetismo y el aislamiento geográfico. Existen productos que permiten el acceso a la radio y a la luz a pesar de la ausencia de electricidad y baterías: se trata de radios autosuficientes, accionadas a través de autorecarga con movimiento (moviendo una manecilla), a menudo complementada con un pequeño panel fotovoltaico.

Estos aparatos no necesitan mantenimiento y se pueden usar intuitivamente. Desde el año 2003, más de 400.000 radios autocargables surgidas de los creadores de Freeplay se han hecho llegar a cuarenta países en vías de desarrollo. Son productos pensados para proyectos de cooperación y ayuda humanitaria, pero también un reclamo para sensibilizar sobre el ahorro energético en países del primer mundo.



### *Linternas magnéticas*

- <http://www.nightstarflashlight.com>

Las linternas magnéticas son dispositivos autocargables que permiten la iluminación cuando hace falta, sin depender de baterías. Funcionan im-

## 22 Tecnología apropiada



pulsadas por la corriente eléctrica que induce el campo magnético que genera la bobina al moverse (efecto descubierto por Michael Faraday en el año 1831). Por eso tan sólo hace falta agitar la bobina situada en el interior de la linterna durante unos treinta segundos para generar suficiente electricidad, que se almacena en un condensador y nos aporta a continuación hasta quince minutos de luz cetil. Es un producto pensado para emergencias, lugares sin acceso a la electricidad y, por su larga duración, es idónea para los lugares que no tienen acceso a la luz artificial.

El condensador puede cargarse miles de veces sin desgaste. Las linternas magnéticas de calidad tienen carcassas de policarbonato estancas y de gran resistencia y son sumergibles. La luz la da un LED blanco, de consumo muy bajo y que tiene una duración de decenas de miles de horas.

### *Paneles solares fotovoltaicos flexibles*

- <http://www.flexcell.com>

Los paneles solares fotovoltaicos flexibles están hechos con capas de silicio amorfo con un soporte de polímeros finos y flexibles, pero resistentes. La flexibilidad y ligereza de estos módulos permiten la integración estética a la edificación y la adaptación a elementos y materiales de diferentes formas y tamaños y a productos solares innovadores. Por ejemplo, existen paneles enrollables de 7 w por carga de baterías a 12 V, con un peso de 500 g y un grosor de sólo 1,2 mm. Hay de diferentes potencias y no se pueden romper, porque prescinden del cristal. Se calcula que el retorno energético de este producto es de tres a cinco veces más rápido que el de otros productos basados en tecnologías fotovoltaicas convencionales.



### *Motor Stirling*

- <http://www.sesusa.org>

Los motores Stirling permiten obtener electricidad a partir de una fuente de calor. Desarrollado en el año 1816 por Robert Stirling para conseguir un motor menos peligroso que la máquina de vapor, el Stirling se basa en la creación de una diferencia de temperaturas en un gas (helio o hidrógeno) que, al seguir un ciclo de calentamiento / enfriamiento (y, por tanto, se dilata y se contrae), genera un trabajo (energía mecánica) que, con un



alternador, se transforma en energía eléctrica. Para que funcione se puede usar energía solar, geotérmica, etc. y tiene un gran rendimiento, próximo al máximo posible de un motor (rendimiento de Carnot). En la Plataforma Solar de Almería se han desarrollado equipos de discos parabólicos experimentales que reflejan los rayos del sol y lo concentran en un motor Stirling. Sistemas de este tipo permitirían producir de unos 200 a 400 kWh al mes. Desgraciadamente, los motores Stirling, pese a su potencial, son muy desconocidos. Existen pequeños ingenios para el uso pedagógico.

### *Energía de pedaleo*

- <http://www.humboldt.edu/~ccat/pedalpower>

El sistema de pedaleo que acompañó el desarrollo de la bicicleta hacia finales del siglo XIX permite muchas otras aplicaciones, vista la eficiencia energética que lo caracteriza. El pedaleo aprovecha el trabajo de los músculos más potentes del cuerpo humano con una gran eficiencia y convierten el 95 % del esfuerzo muscular en energía útil.

Diferentes herramientas y aparatos se podrían hacer funcionar directamente con energía humana convertida en corriente eléctrica (DC), con una adaptación que aproveche materiales reciclados como una bicicleta estática vieja, un generador y una correa de ventilador. Algunos ejemplos de herramientas que pueden funcionar con un sistema de pedaleo son bombas de agua, sierras mecánicas, picadoras de carne, herramientas para trabajar la madera y la piedra o tornos para ceramistas. También hay aparatos como las máquinas de hacer zumo, molinillos de grano y de café, robots de cocina, lavadoras, televisores y otros que pueden funcionar con un sistema de pedaleo.

Algunas entidades, como la Humboldt University, disponen de un interesante catálogo de máquinas movidas con pedales. También con la modificación del diseño de una bicicleta se consiguen innovadoras aplicaciones que nos hacen menos dependientes de las energías convencionales.



### *Utensilios manuales (batidora, licuadora, cortadora, etc.)*

Aparatos como las batidoras, licuadoras o trituradoras, permiten hacer más rápida la preparación de alimentos o realizar determinadas funciones. Tradicionalmente han existido utensilios manuales para facilitar la manipu-

## 24 Tecnología apropiada



Licuada manual

lación de alimentos que permiten hacer estas funciones sin gastos de energía ni mantenimiento y, más recientemente, se han desarrollado alternativas manuales para otros que van saliendo, como pequeños electrodomésticos. Los utensilios manuales continúan siendo, además, una opción indispensable en los programas de cooperación.

### **Horticultura y renovación de la fertilidad**

El saber tradicional o acumulado a lo largo de la historia de la humanidad para el mejor cultivo de los alimentos, constituye uno de los patrimonios más ricos de nuestra especie. Pero no debemos olvidar que la agricultura es posible gracias a la fertilidad del suelo y que conservarla sólo es posible con una gestión sensata de la capacidad vital de la tierra de cultivo. Con el incremento del mundo urbano han surgido métodos de cultivo más estructurados o adaptados a las condiciones de vida en ciudades. Finalmente, a lo mejor sería necesario recordar que somos lo que comemos, pero también lo que sembramos, y deberíamos valorar no sólo las propiedades nutritivas de las plantas, sino también las de tipo medicinal, porque son también de vital importancia.



#### *Vermicompostaje*

- <http://www.wormwoman.com>

El vermicompostaje es el proceso por el que unas lombrices rojas especializadas (*Eisenia fetida*) digieren los restos orgánicos y los transforman en fertilizante (vermicompost) de manera limpia y rápida, en una caja aireada que no genera malos olores. Se puede llevar a la práctica en ámbitos urbanos, porque el vermicompostador se ha de colocar en el interior, protegido de las condiciones ambientales externas. La población de lombrices se adapta a la cantidad de basura o comida que se les aporta (pueden llegar a digerir la mitad de su peso corporal de basura orgánica cada día) y se queda en la caja, ya que es donde tiene las condiciones ideales – estas lombrices no toleran la luz y el vermicompostador es hermético. El vermicompostador se convierte en un sistema doméstico vivo para el procesamiento de parte de los residuos orgánicos que requiere un mínimo de mantenimiento básico (aporte de comida y humedad adecuada, aireamiento suficiente, etc.). Las lombrices pueden tratar con facilidad

todo tipo de restos vegetales, desde pieles de frutas, restos de verduras, cereales, cáscaras de huevo y el marrón del café. El vermicompost, un material oscuro, esponjoso, orgánico y homogéneo, se puede recolectar al cabo de unos cuantos meses para aplicarlo a las plantas (tiestos, jardín, etc.).

Este sistema permite reducir la cantidad de residuos orgánicos generados, obtener un fertilizante natural de altísima calidad e imitar el funcionamiento de los ciclos de la naturaleza.

### *WC compostador*

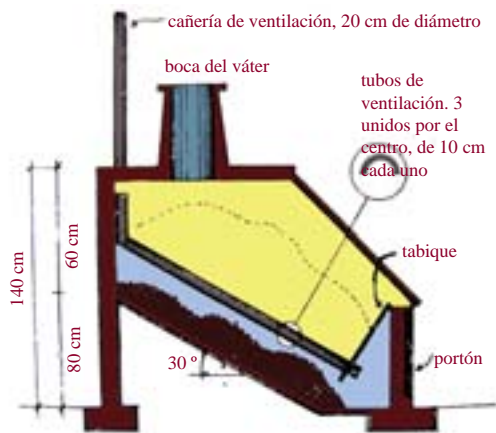
- <http://www.clivus.com>

Los váters secos o váters compostadores son dispositivos que permiten hacer en ellos las necesidades y tratar los excrementos humanos sin el uso de agua y sin acceso a un sistema de alcantarillado. Existen modelos comerciales exemptos, de fácil instalación y similares en estética y funcionamiento a los convencionales. Durante más de treinta años han sido productos habituales en los países nórdicos.

Incorporan sistemas de ventilación y control de olores y, dependiendo de su uso, el compost resultante se vacía de la cubeta cada dos a doce meses. Los váters secos también se pueden construir con los materiales disponibles.

El uso del compost resultante se podría usar como adobe para las plantas y árboles decorativos y evitar, en principio, su uso para los cultivos alimentarios. En cada caso habría que consultar si en el lugar hay normativas al respecto.

Se han llevado a cabo programas de mejora del saneamiento y la higiene en países en desarrollo con la construcción de váters secos, como el programa ZASP de la Global Dry Toilet Association of Finland (<http://www.drytoilet.org>) en Zambia, donde el 60 % de la población no tiene acceso a un lavabo.



Esquema constructivo de un váter compostador Clivus.

### *Living machine*

- <http://www.livingmachines.com/products>

Las “máquinas vivas” son sistemas de tratamiento descentralizado de las aguas residuales a pequeña escala, que funcionan simulando y acelerando los procesos naturales que se utilizan en los acuíferos para obtener agua

## 26 Tecnología apropiada



limpia y segura que se puede reutilizar. Desarrolladas por el ingeniero John Todd, cuestan menos de manipular que un sistema de depuración convencional y son sistemas estables y agradables estéticamente. Son como ecosistemas humanos creados a imitación de las zonas húmedas de la naturaleza, que utilizan las capacidades naturales de bacterias, plantas y animales para tratar las aguas residuales e incluso afluentes industriales, prescindiendo de productos químicos y del uso excesivo de energía, para reutilizarlas.

El agua tratada se puede volver a utilizar para riego agrícola y de jardines decorativos, para determinados procesos industriales o para la recarga de inodoros. El sistema es estéticamente agradable, efectivo, y requiere relativamente poco mantenimiento.

*Hort urbà*

- <http://www.horturba.com>



Las mesas de cultivo para plantas hortícolas en espacios reducidos permiten el cultivo en el entorno urbano de manera cómoda. Se trata de un sistema utilizado durante más de cien años y que podemos construir nosotros mismos, aunque también existe en formato comercial, con bandejas elevadas de 140 x 70 cm, realizadas en chapa de zinc, que se suministran desmontadas. El kit puede incluir un sistema de riego por goteo y ha de complementarse con un sustrato orgánico rico, que con un grosor de sólo 20 cm, permita cultivar todo tipo de plantas comestibles para el consumo doméstico.

Sea con productos comerciales o con sistemas autoconstruidos, el concepto del rincón comestible permite poner en práctica la agricultura ecológica a pequeña escala en cualquier balcón o trozo soleado de que dispongamos.

*Parades en crestell*

- <http://www.gasparcaballerodesegovia.net>

Método de cultivo para la horticultura ecológica desarrollado por el mallorquín Gaspar Caballero. Se basa en la sencillez y el mínimo esfuerzo, pero con el máximo rendimiento. Los parámetros del diseño es-

tán pensados para la óptima organización de los trabajos hortícolas y la conservación de la fertilidad de la tierra. La “parada” o espacio de cultivo es un rectángulo de 1,5 m de ancho y de 3 a 6 metros de largo, apto para un huerto familiar (longitudes superiores, pero siempre múltiples de tres, para escalas de cultivo mayores). Las paradas y el espacio del que se dispone se han de separar en cuatro parcelas de tierra, de manera que sea posible la rotación de cultivos en cuatro años, y se han de separar unos 50 a 60 cm, para acceder a ellas fácilmente. Las paradas se cubren con “crestall”, una capa de compost con contenido en excrementos animales, que no se remueve (menos esfuerzo y una dinámica más parecida a la de la fertilidad de la naturaleza) ni se pisa: en el centro, el longitudinal, se ha de formar un corredor de baldosas de tierra cocida de 30 cm como máximo, que permitan posar en ellas los pies sin pisar la superficie de cultivo, y donde también se colocan plantas medicinales y aromáticas, que ayudan a evitar plagas. El riego se hace mediante un sistema de tubo exudante. El cultivo se organiza según las variedades hortícolas y se van rotando, de manera que se forme un círculo cerrado siguiendo la secuencia adecuada: esto optimiza la producción y minimiza la proliferación de plagas. La siembra es densa y las plantas crecen juntas y protegen el suelo. El sistema de “parades en crestall” es productivo, ecológico y frugal en recursos y en esfuerzos y ha sido divulgado y puesto en práctica en escuelas, huertos municipales y fincas particulares de la región mediterránea durante más de 25 años.



*Método de reforestación de Masanobu Fukuoka*  
- <http://fukuokafarmingol.info>

El proceso imparable de desertización ha impulsado muchas iniciativas alrededor del mundo. Queremos destacar la que desarrolló el japonés Masanobu Fukuoka, quien también ha elaborado un método de agricultura natural capaz de frenar la desertización. El método que propone Fukuoka para la reforestación (reverdecimiento) es la consiste en envolver las semillas con una capa de arcilla con el fin protegerlas para que no se las coman los pájaros, los roedores y otros animalillos. Las semillas protegidas de esta forma esperan el momento de las lluvias y, cuando la arcilla absorbe el agua, la semilla la puede utilizar para germinar. Este

## 28 Tecnología apropiada

sistema tiene mucho éxito, porque es diez veces más eficiente que los métodos tradicionales de reforestación.

*Métodos de agricultura familiar biointensiva*

- <http://www.bosquedeniebla.com.mx/imagen/metbio.doc>

El Método Biointensivo de Cultivo, desarrollado por John Jeavons desde la década de 1970 e inspirado en los trabajos anteriores de Rodolph Steiner, es un sistema de agricultura orgánica a pequeña escala que aspira a conseguir una gran productividad, en cultivo ecológico, para la alimentación familiar, y ocupando la superficie más pequeña posible.

Permitiría obtener rendimientos de 400 al 3.100% sin el uso de maquinaria, fertilizantes o plaguicidas químicos, con un gasto de energía mecánica y humana mínima, y con un gasto de sólo el 30% del agua de un sistema convencional. Además, el método permite la recuperación del suelo a un ritmo sesenta veces más rápido del que tiene la naturaleza.

Algunos principios de este método son la doble excavación (dejar la tierra floja permite que las raíces lleguen a más profundidad), el uso del compost (como adobe que aporta nutrientes y estructura), los sembrados muy juntos (para aprovechar el espacio y cubrir el suelo), o la asociación de cultivos. Uno de los objetivos es que el huerto no sirva sólo para complementar la dieta, sino para satisfacer todas las necesidades de vegetales de la familia. La agricultura biointensiva familiar se practica en 130 países alrededor del mundo.

Bicicleta para arar



*Herramientas para la horticultura familiar*

- <http://www.ecoprac.com>

Las herramientas manuales mejoradas son las aliadas del cultivo a pequeña escala. Las de la empresa Ecoprac están construidas con materiales duraderos y resistentes como el acero inoxidable, el aluminio, el bronce, el cobre y la madera, y evitan la utilización de plásticos y pinturas. La aspiración de la empresa es conseguir una producción artesana que minimice el impacto ambiental y se distribuya directamente a los horticultores.

Las herramientas son plegables (espacio mínimo, fáciles de transportar), no se oxidan y prácticamente no necesitan mantenimiento. Permiten mantener la

espalda recta y no consumen energía, pero tienen un rendimiento ocho veces superior a las habituales herramientas de mano y requieren menos esfuerzo: la azada de rueda permite labrar o trazar surcos y la fuerza del doble mango oxigena y suaviza la tierra, sin voltearla. Se trata de útiles duraderos, sencillos, ergonómicos y efectivos que se integran perfectamente en un sistema de cultivo orgánico.

### *Bancos de semillas*

- <http://www.navdanya.org>

Las semillas nos hacen libres cuando son asequibles generación tras generación. La física y activista Vandana Shiva fue la pionera del movimiento de salvación de semillas, como respuesta a la crisis de la biodiversidad agrícola provocada por los monocultivos industriales y las patentes de semillas por parte de multinacionales. Los bancos de semillas conservan y distribuyen libremente a los agricultores la diversidad conocida de variedades vegetales, incluidas variedades indígenas adaptadas durante siglos a las demandas ecológicas del lugar. El programa Navdanya ha trabajado durante veinte años con las comunidades locales y los campesinos de la India y ha permitido la conservación de más de 2000 variedades de arroz de todo el país, 31 de maíz y centenares de mijo, pseudocereales, legumbres, oleaginosas, verduras y otras especies, como plantas medicinales. Se han establecido 34 bancos de semillas por todo el país para impulsar la biodiversidad agrícola libre y de acceso universal, la autosuficiencia de los agricultores y la autosuficiencia alimentaria.

En el ámbito europeo, el caso de la asociación Kokopelli (<http://www.kokopelli-seed-foundation.com>), antigua Terre de Semences, también ha trabajado desde Francia durante muchos años para la conservación de variedades hortícolas antiguas, con sistemas de cultivo ecológico, y ha llegado a describir unas 2500 variedades de semillas orgánicas y a ofrecerles más de mil variedades a los agricultores.

En el ámbito local, en nuestro país también hay iniciativas de recuperación de la biodiversidad agrícola tradicional: <http://www.cdrtcampos.es/desemillas/index.htm> y <http://www.esporus.org>. En esta lucha contra las semillas que no generan nuevas semillas (terminators) o las transgénicas nos va una de las claves del futuro de la libertad humana. Plantas comestibles y medicinales como la *Stevia rebaudiana* se han convertido en el



La conservación de las variedades de semillas locales es una garantía para la seguridad alimentaria.

### 30 Tecnología apropiada

símbolo de esta lucha contra la tiranía de las multinacionales de las semillas patentadas.



La permacultura, una forma respetuosa de cultivar la tierra.

#### *Permacultura*

- <http://www.permaculture.org>

El término y concepto de permacultura fue inventado y desarrollado a lo largo de la década de 1970 por Bill Mollison y David Holmgren (influidos por los trabajos anteriores de F.H. King, P.A. Yeomans o H.T. Odum). Se trata de una visión holística de nuestra manera de actuar en el mundo (una especie de ética responsable con la propia existencia y la de los próximas generaciones) que, en la práctica, se convierte en un sistema de diseño de los asentamientos humanos (refugio, terrenos de cultivo, paisaje) basado en su permanencia en el tiempo, en su autosuficiencia y en su mimesis con los sistemas naturales.

En los sistemas permaculturales, cada elemento está relacionado armónicamente con el resto, de manera que las necesidades de energía y trabajo y la generación de residuos son mínimas. Los animales (salvajes, como los pájaros y domésticos, como las gallinas y cabras) se nutren de malas hierbas, babosas e insectos y generan calor, heces, huevos, leche, etc. Sobre el terreno, se establecen zonificaciones, estratos y patrones de cultivo y disposición de los elementos del sistema (compostaje, animales, producción hortícola, hierbas aromáticas, árboles, frutales, arbustos, recogida de agua de lluvia, etc.), para mantener las relaciones beneficiosas observadas en los sistemas naturales y que se mantengan sin dejar de evolucionar.

Mujer cargada con un pesado haz de leña para poder cocinar.



### **Salud y calidad de vida**

La salud es el bien máspreciado por todos. Pero en el mundo hay todavía miles de millones de personas que no pueden disfrutar de unas condiciones de vida saludables. Por otro lado, la sociedad del consumo de los países industrializados, muchas veces muestra un estilo de vida que tiene poco a ver con lo que el cuerpo necesita para estar sano (sedentarismo, alimentos procesados, exposición a la contaminación) y a menudo las deficiencias de salud se compensan a base de un gran consumo de recursos (tratamientos y medicaciones convencionales). Hemos recogido algunas tecnologías que contribuyen a mejorar la salud y la calidad de vida.



### *Hornos de leña mejorados y calor retenido*

- <http://www.aprovecho.org>
- <http://www.hedon.info> (HEDON Household Energy Network)
- <http://www.climateinterchange.com>

La crisis de la leña afecta a cerca de 2.000 millones de personas, y es que la tecnología de los hornos de leña o carbón para cocinar son muy poco eficientes. Por otro lado, esta ineficiente combustión genera humos dentro de la cocina que contaminan el aire interior de las viviendas. La contaminación del aire interior provoca en los países en desarrollo 1,6 millones de muertos al año (una persona cada 20 segundos), especialmente entre la población infantil y las mujeres. Además, cuando se recurre al proceso de carbonización de la leña, ésta pierde un 90% de su poder calorífico. Por estos motivos, se han desarrollado algunos modelos de hornos de leña que



permiten ahorrar entre el 50% y el 80% del combustible utilizado. Uno de estos hornos es el llamado Rocket stove Chimney, proyectado por Larry Winiarski para poder quemar ramitas de madera cortada y que permite hacer ahorros de hasta el 52% de leña. Estos hornos se pueden construir con lata de botes o de acero. Disponen de una cámara externa que contribuye a hacer que la misma temperatura de la combustión le haga incrementar la eficacia. Así, por ejemplo, uno de estos hornos mejorados permiten consumir sólo 0,2 kg de ramitas por litro de alimento cocinado. En el diseño de los hornos mejorados, destaca el conocido como Save 80, proyectado por el Dr. Dieter Seifert, que es uno de los modelos más avanzados, porque permite un ahorro del 80% de la leña respecto a un horno convencional y también quema pequeñas ramitas. Se utiliza en proyectos de cooperación y se distribuye como un kit premontado.

Horno de leña Save 80 y caja para retener el calor de los platos cocinados (Wonderbox), desarrollados por Climate Interchange.

### *Prótesis ortopédicas*

- <http://www.jaipurfoot.org>
- <http://www.godisa.org>

Desgraciadamente, algunas enfermedades como la poliomielitis, las guerras y especialmente las minas antipersona, disminuyen, si no eliminan, alguna extremidad. El cirujano indio Pramod Karan Sethi (1927-2008) creó, junto con el artesano Ram Chandra, unas prótesis de bajo coste (unos 30

### 32 Tecnología apropiada



Audífonos solares  
*SolarAid*  
desarrollados por  
Godisa.

dólares) hechas de caucho, madera y tiras de cuero, que pueden tener una duración de cinco años. Esta prótesis, conocida como pie de Jaipur, fue creada a finales de los años sesenta, pero todavía no se ha reconocido el ingenio de Chandra que permitió este invento.

Los audífonos se pueden considerar una prótesis en la medida que contribuyen a incrementar la capacidad auditiva de las personas afectadas por la sordera. Casi 600 millones de personas padecen discapacidad auditiva leve o severa. En los países en desarrollo, el índice de afectación de la población es el doble, y el acceso a audífonos y a un suministro fiable de baterías para los aparatos es limitado. En este caso, queremos destacar el *SolarAid*, que no es más que un cargador solar de baterías que facilita su recarga con la energía gratuita del sol, sin necesidad, pues, de una fuente de electricidad. Apto para baterías del audífono estándar, se cargan completamente en dos o tres horas, se mantienen hasta cuatro días y se pueden recargar hasta 400 veces. Este ingenio, de coste moderado y desarrollado, es difundido desde Botswana por Godisa desde el año 1992.

#### *Homeopatía y medicinas naturales*

- <http://ca.wikipedia.org/wiki/homeopatia>

Existe toda una serie de disciplinas para mantener la salud de nuestro organismo, fuera de la medicina oficial o alopática. Algunas de ellas, como el Ayurveda, se engloban dentro de visiones holísticas de la vida y del organismo y tienen una tradición de unos cuantos milenios, aunque en Occidente no nos han llegado hasta hace muy poco. Lo mismo podríamos decir del conjunto de técnicas de la medicina china, como son la acupuntura, la reflexología, etc. Alrededor de la interpretación de las enfermedades como el resultado de un trastorno no sólo biológico, sino más global, se ha desarrollado el conjunto de lo que podríamos llamar medicinas naturales.



De todas estas medicinas, tenemos que destacar la homeopatía, desarrollada por el alemán Samuel Christian Frédéric Hahnemann (1755-1843) a finales del siglo XVIII y que hoy tiene una amplia implantación en el mundo occidental. La homeopatía pretende estimular la capacidad de curación del propio organismo, ayudándolo con sustancias vegetales diluidas. El conjunto de estas medicinas, como la herboristería, la

aromaterapia, la kinesiología, etc., aporta un conocimiento sobre la vitalidad humana que, más allá de las dudas científicas que pueda generar en algunos casos, tienen la ventaja de curar enfermedades con terapias menos invasivas que las que a menudo utiliza la medicina alopática. Pero también es cierto que gracias a la medicina quirúrgica, a los antibióticos y a las vacunas, la salud de la civilización humana ha experimentado un nivel nunca antes conocido, que se traduce en un incremento muy notable de la esperanza de vida. De todas formas, aquí reiteramos el valor de las medicinas naturales, porque nos aportan una visión holística y como resultado casi siempre de una relación más armónica con el entorno.

#### *Incubadoras*

- <http://www.designthatmatters.org>

Se calcula que alrededor de 4 millones de niños, en los países en desarrollo, mueren en el primer mes de vida, en buena parte a causa de complicaciones como los nacimientos prematuros (el 25%). Dada la falta de acceso en estos lugares a modernas incubadoras y a los recursos necesarios para hacerlas funcionar y mantenerlas en buen estado, se ha desarrollado una incubadora y unidad de aislamiento de bajo coste para cuidar a los neonatos con problemas respiratorios o infecciones, o peso bajo al nacer. Se hacen pruebas sobre el terreno desde agosto del año 2007.

#### *Mosquitera*

Una tela tejida con una malla lo bastante menuda para que el aire circule sin dificultad y al mismo tiempo los insectos más menudos, como pueden ser los mosquitos, no la traspasen, es la llamada tela mosquitera. Este sencillo tejido constituye un recurso tecnológico esencial, porque en los países tropicales los mosquitos transmiten enfermedades infecciosas como la malaria, causada por la bacteria *Plasmodium sp*, que cada año ataca a más de 500 millones de personas, que ven afectada su salud a causa de las fiebres y otras complicaciones fisiológicas. Esto causa la pérdida de un millón de vidas humanas, especialmente en países de África y de América Latina, donde esta enfermedad es endémica. Y es que alrededor del 40% de la población de los países en vías de desarrollo está sometida al riesgo de la malaria. Hay mosquiteras impregnadas con productos que repelen, desorien-



### 34 Tecnología apropiada

tan o incluso matan el mosquito. Para acabar controlando la malaria o paludismo, además de medidas preventivas, hoy parece que se puede pensar, gracias al desarrollo de la bioquímica, en la producción de una vacuna que permita prevenir la enfermedad. Trabajos como el del colombiano Dr. Manuel Elkin Patarroyo permiten imaginar que es posible encontrar una solución a esta enfermedad tropical. Mientrastanto, las mosquiteras constituyen una barrera que preserva de las picaduras de mosquito mientras dormimos, que es cuando más indefensos estamos.

#### *Pinturas insecticidas*

- <http://www.who.int/infectious-disease-report/pages/ch6text.html>

Las pinturas con microcápsulas de efecto insecticida pueden ser una nueva arma para el control de epidemias provocadas por insectos que actúan como vectores de enfermedades (malaria, dengue, enfermedad de Chagas, etc.), como mosquitos o escarabajos. La pintura tiene una apariencia idéntica a las convencionales, pero al aplicarse en las casas consigue eliminar los focos del insecto transmisor de enfermedades en el interior y alrededores de las viviendas. También elimina escarabajos, hormigas y otros insectos que pueden causar problemas de salubridad en las viviendas. La pintura no desprende olor ni sustancias nocivas para los ocupantes de las casas, tiene un coste bajo y un efecto insecticida de una duración de dos años. Diferentes proyectos han comprobado los efectos de estas pinturas en Bolivia y otros países; existen diversas patentes de composiciones de pinturas insecticidas como, por ejemplo, INESFLY 5ª IGR, que incluye dos ingredientes activos de organofosforatos –diazinón y clorpirifos– en las dosis adecuadas para hacerla eficaz como repelente y al mismo tiempo sin toxicidad para las personas.



#### *Copa menstrual*

- <http://www.mooncup.co.uk>

La copa menstrual o vaginal es un pequeño recipiente de silicona diseñado para ajustarse al cuello del útero femenino y recoger el flujo menstrual sin peligro de que éste sea absorbido por materiales celulósicos, como compresas y tampones de usar y tirar. La copa menstrual es uno de los inventos más ingeniosos para evitar el abuso de recursos naturales, de sustancias cloradas para blanquear y de plásticos derivados del petróleo. La copa menstrual se puede considerar, pues, un producto na-

tural que da una autonomía personal más amplia a la mujer, porque le permite disponer de un producto de larga duración que puede reutilizar durante sus periodos, sin depender de un suministro constante de productos comerciales para la higiene femenina.

*Microscopios de bolsillo para la observación del ciclo fértil de la mujer*

- PG/53 <http://www.terra.org/articulos/art01756.html>

- DONNA Fertility Test <http://www.paradise.it>

El conocimiento del ciclo de la fertilidad femenina permite tomar medidas para ayudar a cumplir las expectativas sobre la procreación y la satisfacción en la actividad sexual. Un descubrimiento de mediados del siglo XX por parte del Dr. Biel, permitió determinar que la cantidad de estrógenos presentes en la saliva está relacionada con el estado de fertilidad de la mujer en su ciclo menstrual. A partir de este principio, a comienzos de la década de 1990 se desarrollaron pequeños microscopios de bolsillo con lentes de aumento que permitían observar cómo la saliva cristalizada tomaba formas diferentes según la cantidad de estrógenos que contenía y, por tanto, determinar con bastante precisión el momento de máxima fertilidad. Productos como el PG 53 o el Donna, formados por un pequeño portaobjetos, donde se coloca una muestra de saliva, y una sencilla lente de cien aumentos, permiten observar cómo en los días fértiles los estrógenos cristalizan formando una apariencia de hojas de higuera, mientras que en los días poco fértiles no se forma ninguna imagen ni ramificación.

No se trata de un sistema anticonceptivo, sino de un instrumento útil para conocer el propio cuerpo y de una orientación para las mujeres cuando quieren quedarse embarazadas. Se trata de un sistema de coste económico y ambiental bajo, e inocuo, que puede ayudar a las personas a conseguir embarazos de una manera natural.

### *Acceso a la información*

La cultura es un elemento esencial para el desarrollo de la civilización humana. Uno de los principales vehículos ha sido la capacidad evolucionada del lenguaje que ha desarrollado nuestra especie. La cultura oral fue clave durante milenios, pero el descubrimiento de la imprenta hace poco más de 500 años, dio lugar a la aparición del libro y a una



El sencillo microscopio de bolsillo PG 53 fue prohibido por la legislación europea, que considera estos pequeños microscopios como material de laboratorio y que se han de someter a la estricta reglamentación sanitaria. Un error lamentable que perjudica a millones de mujeres, a quienes se les niega un sistema barato para conocer su propio cuerpo.

### 36 Tecnología apropiada

nueva manera de transmitir nuestros conocimientos. La aparición de la radio y de la televisión han sido también elementos que han permitido extender y mejorar nuestra comunicación. Asimismo, un cambio radical se produjo con el desarrollo del world wide web inventado por Sir Timothy John Berners-Lee (1955 - ), protocolo de comunicación que, junto con la tecnología informática, marca una nueva revolución del conocimiento. En esta nueva revolución también hay herramientas de alcance global, que pueden ser útiles para la cooperación entre los diferentes pueblos de la Tierra.



#### *Software libre*

- <http://www.linux.com>

Disponer de un software para hacer funcionar un ordenador sin necesidad de estar ligado a una licencia es lo que impulsó la creación del sistema operativo Linux, concebido por Linus Torvald a partir del proyecto GNU, iniciado en el año 1983. El núcleo de Linux, sin embargo, es la suma de otros proyectos: Perl, Apache, Python, etc.

Aunque Linux se puede instalar en ordenadores domésticos (PCs x86 y x86-64, así como Macintosh y PowerPC), teléfonos móviles, portátiles, videoconsolas, su desarrollo ha tenido una gran implantación en servidores y superordenadores. Es una importante contribución al desarrollo de los ordenadores, aunque actualmente más del 90% de los ordenadores domésticos trabajan con el sistema operativo de pago de Microsoft.

#### *Ordenadores portátiles asequibles*

- <http://www.laptop.org>



Los ordenadores portátiles o *laptop* en inglés, forman parte de un proyecto que pretende que los niños puedan optar por un ordenador como herramienta de desarrollo educativo. El ordenador portátil Laptop para niños, tiene el precio asequible de 100 dólares. Basado en el sistema operativo Linux, este ordenador tiene un procesador de 500MHz y 128MB de memoria DRAM, con 500MB de memoria Flash; no tiene unidad de disco duro, pero dispone de cuatro puertos USB. Un portátil es una ventana abierta al mundo y una vía útil para que los más pequeños de los países en vías de desarrollo puedan aprender. La clave está en los componentes de bajo coste, pero que

no hacen disminuir la calidad. Los fundadores de esta iniciativa son Advanced Micro Devices (AMD), Brightstar, Google, News Corporation, Nortel y Red Hat. Nicholas Negroponte es el presidente de *Un ordenador portátil por niño*.

### *Bibliotecas global wikipedia*

- <http://www.wikipedia.org>

Wikipedia es en estos momentos la red más extensa de conocimiento jamás creada. Hospedada en ordenadores alrededor del planeta y consultable desde cualquier ordenador, inició su singladura el 15 de enero de 2001. Hoy el proyecto tiene más de 2 millones de artículos en inglés y más de 8 millones en otras lenguas (unos cien mil en lengua castellana y otros cien mil en lengua catalana). La biblioteca de Alejandría, creada a comienzos del siglo III aC por Ptolomeo, juntó 700 mil volcemenes. La nueva biblioteca de Alejandría impulsada por la Unesco fue inaugurada en aquella ciudad egipcia en el año 2003 y dispone actualmente de 200 mil volcemenes. La gran ventaja de Wikipedia es que se actualiza constantemente y sobre un soporte digital que cuenta con miles de colaboradores alrededor del planeta.



### *Radios educativas*

- <http://www.vnhelp.org>

- <http://www.saigon.com/~vnhelp/radio.html>

La radio ha sido en muchos lugares del planeta un elemento clave de difusión de la cultura. Podríamos encontrar ejemplos de experiencias en beneficio de la educación basadas en las emisiones de radio. Hemos seleccionado la Viet Nam Health, Education and Literature Projects Vnhelp's, cuya misión es difundir la educación y la sanidad, además de los intercambios entre los habitantes rurales del Vietnam y de los estados Unidos. El Programa de Educación Radiofónica (EPR) permite que los niños de áreas rurales puedan acceder a la enseñanza. Este programa empezó en el año 1991 y se emite dos veces al día, mañana y noche, y constituye un recurso educativo muy bien valorado por los profesores de los territorios rurales del Vietnam. De hecho, la importancia de la radio como elemento de difusión cultural impulsó, en su momento, la creación de las radios libres de pilas, fabricadas por la empresa sudafricana Freeplay, que ya hemos comentado en esta guía de tecnología apropiada.

## **Economía sostenible**

Es evidente que el planeta no puede soportar que todos los habitantes del mundo en vías de desarrollo quieran reproducir el mismo estilo de vida que los habitantes Primer Mundo. Desde un punto de vista de la justicia mundial y la igualdad, la solución pasa no por negar a los pobres un nivel de vida digno, sino porque los países ricos reduzcan hasta el 90% de su uso de materiales. Pero también debemos fomentar sistemas que permitan desarrollar las economías de los más pobres y para ello existen diferentes herramientas estructurales y otras tecnológicas, que permiten estimular el trabajo digno y los productos de calidad. Pero es evidente que, sobre todo, hay que reorganizar el pensamiento económico. Una economía sostenible necesita un sistema diferente de medir la actividad humana y de percibir su valor económico. En este apartado, hemos seleccionado algunos ejemplos que contribuyen a crear una nueva visión de la economía desde la solidaridad.



### *Créditos solidarios o microcréditos*

El microcrédito es un sistema creado por Muhammad Yunus (Premio Nobel de la Paz 2006) para que los pobres puedan salir de la pobreza mediante el préstamo del dinero que les permita adquirir los medios necesarios para trabajar. El sistema de microcréditos de la Banca Grameen, fundada por Yunus en el año 1983 en Jobra (Bangladesh), constituyó un revulsivo contra el sistema de préstamo basado en intereses exorbitantes. Hoy, la banca Grameen (en bengalí quiere decir “del pueblo”) dispone de 2.200 sucursales y 19.000 empleados (2006), pero los esfuerzos para otorgar microcréditos les ha convertido en una empresa social que distribuye unos 4.500 millones de euros, esencialmente destinados a proyectos que son gestionados en un 96% por mujeres. La banca Grameen opera básicamente en Bangladesh, pero el sistema instaurado por Yunus ha sido imitado por otros bancos y hoy los microcréditos han llegado a ser un elemento esencial para las economías de personas con pocos recursos. El ejemplo de la Banca Grameen demuestra que hay otras lecturas del capitalismo, en el cual se maximiza el beneficio social por encima del monetario, y que cuando a los individuos se les ofrece la



confianza para invertir adecuadamente el dinero para sobrevivir, este pequeño capital permite salir de la pobreza extrema.

### *Telar manual*

Surgidos en China en 4.400 aC, los primeros telares accionados por un pedal llegaron a Europa hacia mediados del siglo XIII. Posiblemente, los telares son una de las herramientas que más han evolucionado, fruto de un imparable raudal de ingenio. Pero más allá de la industrialización, el telar manual continua siendo una máquina que facilita la confección de telas para poder hacer vestidos, mantas y otros tejidos para todo tipo de usos. El telar manual tradicional consta de un entramado de hilos, a través de los cuales se hace pasar un hilo que los liga.

La bobina de hilo ligador había que hacerla pasar a mano y, por ello, la anchura del telar era limitada. En el año 1733, John Kay ideó un procedimiento semiautomático para lanzar la bobina y, por tanto, hacer piezas más anchas y en la mitad de tiempo. Aunque a finales del siglo XVIII Edmund Cartwright ya presentó el telar mecánico de vapor, la esencia del telar manual se mantiene y, a pesar de las limitaciones, continua siendo una herramienta usada en muchos lugares del planeta y en nuestro país es válida para la fabricación de tejidos artesanos, especialmente de algodón, lino, cáñamo y otras fibras. El telar manual es todavía hoy una herramienta de economía en muchos pueblos.



Máquina de coser montada sobre una bicicleta en Indonesia.

### *Máquina de coser*

Hace más de 40.000 años, los seres humanos ya cosían los vestidos con agujas hechas de hueso y marfil. Si el telar es el invento que permitió tejer ropas con hilos vegetales, como el algodón y el lino, o de origen animal, como la lana y la seda, la máquina de coser permitió una actividad única, como era la de poder juntar diferentes piezas de tela y darle todo tipo de formas. La máquina de coser es, esencialmente, una herramienta que permite hilar la aguja para ir ligando las diferentes piezas de ropa. La inven-



## 40 Tecnología apropiada

ción de la máquina de coser se debe al sastre francés Barthélemy Thimmonier, hacia el año 1830. En 1843, el americano William Hunt patentó y construyó una máquina similar, pero que incorpora la canilla y, por tanto, utiliza dos hilos, pero no la pudo comercializar por falta de capital. Helies Howe patentó en 1846 la mayor parte de los dispositivos de la máquina actual, aunque la idea original provenía del inglés Charles F. Weisenthalen, que tenía una patente de 1755 para un aparato que facilitaba el proceso de bordar. En cualquier caso, se debe a Isaac Merrit Singer la comercialización y expansión, a partir de 1851, de las máquinas domésticas, gracias al hecho de venderlas a plazos. Todavía hoy, una máquina de coser es un elemento clave de la economía para muchas comunidades en países en desarrollo.

### *Torno de ceramista*

- <http://www.todoart.com>

La primera referencia de la utilización del torno cerámico está documentada en el antiguo reino de Tebas y Beni-Hassan, entre las dinastías IV y V (2600-2350 aC). La cerámica proporciona a la civilización humana una multitud de objetos indispensables para conservar líquidos, alimentos o recuerdos familiares. El de la cerámica o el arte de dar forma a la arcilla u otras tierras y cocerlas para que cojan resistencia, constituye un capítulo muy interesante de la historia humana. Dar forma a un jarrón, un plato, un botijo, resulta más fácil si se hace con el torno de pedal. Aunque hoy existen sistemas mecanizados, la base técnica continúa siendo la misma que en el torno de pedal. Vistas las aplicaciones que se derivan del trabajo cerámico, consideramos el torno de ceramista como una técnica imprescindible para el desarrollo humano. Lo mismo podríamos



decir de los hornos para cocer la cerámica, cuyos diseños permiten, según cómo sean, un importante ahorro de leña o combustibles.

### *Bicicletas de transporte*

- <http://www.terra.org/articulos/art01611.html>

Las dos ruedas de la bicicleta proporcionan no sólo un medio de transporte para las personas, sino también para mover todo tipo de mercancías. Los primeros modelos de bicicleta que combinaban cajas o si-

milares para cargar embalajes, datan de finales del siglo XIX. Desde los triciclos hasta las bicicletas con bandeja delantera, los artilugios con pedales para el transporte han sido de lo más variado. Son bien conocidos los rickshaw o taxis bici, muy comunes en países asiáticos, pasando por los triciclos para barrenderos o equipados con cajas para poder cargar petates o paquetes muy grandes. Las posibilidades de la bicicleta, ni que sea para aliviar el arrastre (sin pedalear) de mercancías, quedan demostradas en muchas experiencias. La bicicleta de transporte constituye una herramienta cuyo diseño permite múltiples funciones, más allá de trasladar personas y evitar la contaminación del aire de las ciudades y reducir el ruido. Fomentar la tecnología aplicable en convertir la bicicleta en un vehículo de transporte es una opción sostenible ineludible.



Un triciclo de transporte por el centro de Barcelona haciendo una mudanza.

#### *Maquinaria para producir bloques de tierra comprimidos*

- <http://www.adobemachine.com>
- <http://www.hydraform.com>

Los bloques de tierra, mezclados con otros materiales como arena (blanda), cemento o restos vegetales (por ejemplo, el cannabrico, hecho con restos de cáñamo), son un elemento constructivo utilizado en muchos países. La fabricación de bloques constructivos comprimidos (*Compressed Earth Block*) permite obtener un elemento tan estable como un ladrillo de arcilla, pero ahorrando la energía de la cocción. La técnica de la fabricación de bloques de tierra comprimidos constituye, pues, un importante avance técnico. Por ello, queremos destacar estas máquinas que comprimen con un pequeño motor de gasoil la mezcla de tierra para hacer bloques a velocidades de hasta 150 bloques/hora, aplicando una presión de 2.000 PSI por bloque. De esta manera, se obtienen bloques constructivos que ahorran el gasto del mortero para colocarlos, lo



## 42 Tecnología apropiada

que permite edificar con más facilidad directamente a pie de obra y producir los ladrillos necesarios. También hay máquinas manuales que permiten elaborar bloques prensados de tierra. Una de las más conocidas es la CINVA-Ram, desarrollada por el chileno Raquel Ramírez en 1956. Se han producido muchos modelos o variedades de esta máquina, basados en su principio. Así, por ejemplo, después del terremoto de Guatemala en el año 1976, Roberto Lou diseñó la CETA-Ram. También en la década de 1980, el profesor indio L.S. Jagadish creó la ASTRAM, una prensa muy ligera que permite la incorporación de diferentes moldes.

### *Cultivo de alimentos energéticos para la seguridad alimentaria*

El primer paso es utilizar plantas o vegetales con un elevado valor nutritivo. En este sentido, queremos remarcar los beneficios del cultivo de estas plantas, tanto para quienes las cultivan como por la cantidad nutritiva de los alimentos que derivan de ellas. Destacamos, entre otras, la espelta (*Triticum spelta* y *Triticum diccorum*), que es una subespecie del trigo actual que tiene miles de años de antigüedad. La espelta tiene un nivel más alto de proteínas, minerales, vitaminas, oligoelementos, y contiene los ocho aminoácidos esenciales. Esto es muy interesante para las dietas vegetarianas.

Planta de amaranto.



La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es una planta originaria de los Andes que se caracteriza por la producción de un grano similar al del arroz, pero con un valor nutritivo más elevado, y que se prepara de la misma forma.

El amaranto es una planta cultivada en Latinoamérica, en ambientes secos y con poco agua, en tres especies: *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus*, que destacan por su gran capacidad de producir semillas y por tener un 30% más de proteínas que otros cereales como el maíz o el arroz.

La estevia (*Stevia rebaudiana*), es una planta alimentaria y medicinal que se caracteriza por un grado de dulzor. De ella se puede extraer un fuerte edulcorante natural que no comporta los riesgos del aspartamo o del azúcar convencional.

Otra alternativa para la seguridad alimentaria es el cultivo de algas en el litoral marino, que tienen una proporción de proteínas entre diez y veinte veces superior a otros vegetales. En algunos lugares en condiciones, el

cultivo de algas alimentarias se consolida y es una práctica sostenible que, además, permite obtener un alimento rico en vitaminas y en otros nutrientes. Entre las algas marinas que actualmente se cultivan, queremos destacar la lechuga de mar (*Ulva lactuca*), la dulce (*Palmaria palmata*), el wakame (*Undaria pinnatifida*), el nori (*Porphyra sp*), el kombu (*Laminaria japonica*), el espagueti de mar (*Himanthalia elongata*) o el cochayuyo (*Durvillaea antarctica*). De las algas de agua dulce, también hay algunas especies de interés, como es el caso de la Spirulina (*Arthrospira platensis*).

En un futuro sostenible, estos vegetales deberán tener un papel clave en la alimentación humana, porque además permiten reducir los consumos de productos animales de la ganadería intensiva o la pesca industrial.

#### *Aquacultura sostenible*

- <http://www.aquaponics.com>

El cultivo tradicional de peces herbívoros es una tradición en muchos pueblos asiáticos, ya que proporciona una fuente de proteínas complementarias para la economía familiar y una forma de gestionar algunos excedentes de los cultivos agrícolas. Hoy, esta práctica ha sido revalorizada y adaptada con nueva tecnología bautizada como acuaponia (*aquaponic* en inglés). La acuaponia



es la actividad productiva que conjunta una producción de peces y plantas de valor comercial en un sistema de recirculación de agua (acuacultura e hidroponia). Este sistema aprovecha los desechos generados por los peces para utilizarlos en la nutrición de las plantas. De esta forma, este fertilizante se utiliza para hacer crecer las plantas, que se convierten en alimento para los peces en un ciclo de producción sostenible. La acuaponia pone un residuo al servicio de un sistema biológico que lo convierte en alimento. La integración entre el cultivo de peces y de plantas hace aumentar la producción de ambos sistemas. Se trata de una tecnología que favorece la producción de alimentos en el ámbito local, incluso aplicada a ambientes urbanos. En este sistema, el diseño es clave para que haya un buen lecho bacteriano que estimule la actividad de los ciclos de nutrientes como el nitrógeno.

En un sistema de acuaponia se pueden generar anualmente hasta 74 kg de peces por metro cúbico de agua.

## 44 Tecnología apropiada



### Bibliografía

- ARCHITECTURE FOR HUMANITY. *Design Like You Give a Dam. Architectural Responses to Humanitarian Crises*. Londres: Thames & Hudson, 2007.
- BENYUS, JANINE M. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Nueva York: Harper Perennial, 2002.
- HAZELTINE, BARRETT I BULL, CHRISTOPHER (Editores). *Field Guide of Appropriate Technology*. Oxford: Academic Press, 2002.
- JIMÉNEZ, J.M. (SÚPER). *Ingenios Solares*. Pamplona: Editorial Pamiela, 2002.
- McDONOUGH, WILLIAM Y BRAUNGART, MICHAEL. *Cradle to cradle. De la cuna a la cuna: rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Madrid: McGraw Hill, 2005.
- MOLLISON, BILL. *Permaculture. A Designer's Manual*. Tyalgum Australia: Tagari Publications, 1996.
- PERNICK, RON I WILDER, CLINT. *La revolución limpia. Invertir en tecnología y crecer en el futuro inmediato*. Barcelona: Gestión 2000, 2008.
- SCHUMACHER, E.F. . *Lo pequeño es hermoso*. Barcelona: Tursen, S.A. Hermann Blume Ediciones, 2001.
- STEFFEN , ALEX. *Worldchanging: A Users Guide for the 21st Century*. Nueva York: Abrams, 2008.
- URKIA LUS, IÑAKI Y SEBASTIÁN. *Energía Renovable Práctica*. Pamplona: Editorial Pamiela, 2003
- WEISMAN, ALAN. *Gaviotas: A Village to Reinvent the World*. Nueva York: Chelsea Green Publishing Company, 1998.

### Internet

- <http://www.friendsofgaviotas.org/index.html>, amigos del Centro Las Gaviotas
- <http://www.worldchanging.com>, recoge artículos del libro del mismo nombre.
- <http://www.homepower.com>, revista de energía solar.
- <http://www.ecohabitar.org>, revista de bioarquitectura.
- [http://www.journeytoforever.org/at\\_link.html](http://www.journeytoforever.org/at_link.html), recursos sobre tecnologías apropiadas.
- <http://www.dcat.net/>, web del Development Center for Appropriate Technologies
- <http://www.thefarm.org/charities/i4at/library.html>, web del Institute for Appropriate Technology donde se describen diversas tecnologías utilizadas para diferentes usos.
- <http://www.researchinformation.co.uk/apte.php>, entidad que edita la revista internacional sobre tecnología apropiada *Appropriate Technology from Intermediate Technology* desde el año 2000.
- <http://www.appropedia.org>, web que aporta soluciones a favor de la sostenibilidad, la reducción de la pobreza y el desarrollo apropiado con imágenes y artículos.
- <http://www.icat.org.au>, web del Centre for Appropriate Technology, situado en Australia.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Appropriate\\_technology](http://en.wikipedia.org/wiki/Appropriate_technology), detallado resumen sobre el tema con numerosos ejemplos de recursos.
- <http://www.terra.org/articulos/art01301.html>, publicación sobre cómo hacer un ariete hidráulico.
- <http://www.terra.org/data/parades.pdf>, manual para hacer una parada en crestall.
- <http://www.ecoterra.org/data/pa21.pdf>, monografía sobre permacultura, también se puede descargar el libro *El racó comestible*, accesible desde [www.ecoterra.org](http://www.ecoterra.org).
- [http://www.terra.org/data/balco\\_comestible\\_cat.pdf](http://www.terra.org/data/balco_comestible_cat.pdf), hoja divulgativa sobre la práctica del balcón comestible.