

Volver a Adam Smith

Gunter Pauli*

*No espere que la Tierra produzca más,
haga más con lo que la Tierra produce.*

Introducción

En una publicación magnífica, informativa, concreta y relevante, *Beyond Malthus*, Lester Brown y sus colegas del Instituto Worldwatch hacen un inventario impresionante de 19 desafíos que el mundo tendrá que enfrentar en el próximo milenio, dado que la población continuará creciendo por lo menos medio siglo más. Las proyecciones no son nada esperanzadoras, y las bases para la esperanza son limitadas, especialmente cuando se percatan de que cualquier

cosa que hagamos hoy parece insuficiente para aliviar las condiciones críticas de los miles de millones de personas que viven en la pobreza, con carencia de los recursos más elementales como agua, alimentos, servicios de salud, vivienda, energía y empleo.

El modelo predominante de producción y consumo no es capaz de responder a las necesidades de todas las comunidades del mundo. No parece ser una cuestión de inequidad por diseño, sino más bien un caso de ignorancia sobre mejores soluciones. Los métodos y recursos que se han implementado para producir bienes y servicios son exageradamente desperdiciados, y no han logrado incorporar todavía las eficiencias inherentes que muestra la naturaleza. Peor aún, los ingenieros de producción confían en sus lo-

* Gunter Pauli, presidente de la Fundación ZERI. Es economista de la Universidad de Amberes (Bélgica) y MBA del INSEAD (París, Francia). Traducción: C. Liliانا Lizarazo.

gros en materia de productividad, los que consideran superiores a la misma naturaleza. El deseo de producir mayores cantidades y más rápidamente condujo hacia un sistema de procesamiento en el cual se busca aislar un componente mediante químicos, presión y temperatura, y en el que los demás componentes se consideran como desperdicios.

La capacidad para producir más con menos constituye la base del *homo economicus*, y es el corazón y alma de la economía. Aunque todos coinciden en que el objetivo y contribución principal de la economía se sitúa en la búsqueda de productividad y eficiencia, respondiendo a las necesidades del mercado, a esta ciencia le queda aún un largo camino antes de que pueda aspirar a haber llegado cerca de esta meta. La economía es una ciencia que todavía parece operar en la Edad de Piedra, en una época en que la humanidad ya entró en la Edad del Espacio.

Si los economistas estuvieran buscando un nuevo modelo de producción basado en sistemas inspirados por la naturaleza, que emule a la naturaleza y que opere en armonía con ella, entonces esta ciencia probablemente estaría en capacidad de suministrar un mínimo de bienes y servicios a todos en el planeta, sin agotar los recursos limitados de la Tierra y evitando un colapso del ecosistema del cual dependemos.

La razón principal por la que el actual modelo económico no es capaz de hacer justamente esto, es porque no aplica los principios más básicos de su propia teoría: implementar métodos cada vez más productivos para combinar trabajo, capital y materias primas mediante la introducción continua de innovaciones basadas en una característica humana única, la creatividad.

Este artículo, inspirado por y como reacción frente al análisis de Lester Brown, quien me ha motivado durante muchos años, parte de los planteamientos del Instituto Worldwatch e indica cómo algunas de las tendencias podrían cambiar si los economistas aplicaran sus propias teorías. Dado que el Instituto Worldwatch se dedica a la promoción de una sociedad ecológicamente sostenible, los análisis presentados aquí tal vez podrían contribuir al logro de estos objetivos de una manera novedosa.

La teoría económica

La economía es considerada difícilmente una ciencia por un físico, un biólogo o un químico; incluso los ingenieros tienen sus dudas. Sus posiciones reser-

vadas están bien fundadas. No existe otra ciencia que muestre en su implementación práctica tal discrepancia con lo que prescribe y enseña. Peor aún, mientras que todas las ciencias, desde la psicología hasta la biología, evolucionaron hacia un enfoque sistémico, el pensamiento económico se mantiene en la práctica en el nivel microeconómico (la ciencia de la gestión) impresionantemente lineal. Por esta razón es aún más sorprendente ver la magnitud de la influencia de la economía y la gestión en nuestra sociedad.

La primera deficiencia de la economía en la práctica, es su énfasis en sólo dos de los tres insumos. La teoría económica prescribe que el *homo economicus* busca la combinación más eficiente de tres factores de producción: trabajo, capital y materias primas. Pero, analizando lo que se está enseñando en las escuelas de negocios, y verificando lo que hacen las empresas, resulta claro que la búsqueda de productividad centra su atención sólo en el trabajo (producir más con menos trabajadores) y en el capital (obtener mejores retornos con menos riesgo). Cualquier interés está casi totalmente ausente en la noción de productividad material. El resultado de tal enfoque incompleto es que la economía está generando más valor agregado por empleado, asegurando mejores retornos al capital, destruyendo puestos de trabajo, mientras que se están desperdiciando las materias primas y la energía. Esto conduce al falso axioma de que "un incremento de la productividad va de la mano de un incremento del desempleo".

Es bastante sorprendente que esta correlación positiva entre una mejor productividad y un mayor desempleo haya sido aceptada ampliamente. Los economistas esperan que con el tiempo, nuevas innovaciones y la identificación de nuevas oportunidades de negocios asegurarán una absorción lenta pero cierta de una mayor fracción de la población en la fuerza laboral. La realidad es, en efecto, muy diferente. Aunque nunca en la historia tanta gente ha tenido un empleo, nunca en la historia tanta gente esta buscando desesperadamente un trabajo. Europa enfrenta tasas de desempleo superiores a 10%; Colombia sufre una tasa de desempleo de alrededor de 20%.

En Europa y Japón se esperaba que el crecimiento negativo de la población resolviera finalmente el problema del desempleo, pero ello no fue así, pues la política de *laissez-faire/laissez-passer* (neoliberalismo) ha determinado una situación dramática para el 20% de la población y el 40% de la juventud diciéndoles que laboralmente "la sociedad no les necesita!". Las naciones ricas pueden permitirse tal actitud. La

transferencia de poder adquisitivo a través de la tributación y el salario mínimo pueden aliviar los problemas creados por tal aproximación insensible al desempleo. Las naciones en desarrollo, por el contrario, saben muy bien que las altas tasas de desempleo entre las generaciones jóvenes, que pueden representar hasta 60% de la sociedad, garantizan el camino hacia la violencia, la insurgencia e, incluso, la desintegración de la sociedad civil.

La polución como criterio de éxito

El énfasis en la productividad laboral y del capital no conduce solamente a altos niveles de desempleo, sino que también es la principal razón por la cual el modelo actual produce polución y por la que el consumo de productos genera tantos desperdicios. El hecho de que la economía y la gestión sean capaces pero no estén preparadas para responder a las necesidades en la sociedad a través de un diseño sistémico, lleva a una pérdida masiva de recursos, la cual se presenta en forma de desperdicios, contaminación del agua y del aire, rellenos sanitarios, incineradores y depósitos ilegales.

En los años 50 se medía el éxito por el número de chimeneas, el color café del río local, y la sonrisa forzada en la cara negra de los trabajadores. Hoy, el éxito industrial está siendo proyectado a la sociedad con árboles y flores, animales y cielos azules. Sabemos que la verdad es diferente, por supuesto. Por un lado, más de 100.000 productos sintéticos ofrecen mucho confort y lujo, pero por otro lado, generan problemas que todavía no hemos empezado a entender. El desequilibrio entre el empaque y el contenido de los productos es cada vez más grande; y se gasta más energía en el transporte de ali-

mentos que la que los mismos alimentos aportan al consumidor. Esta no es una crítica al modelo económico actual; es sólo una indicación de que estamos lejos de aplicar lo que propusimos como objetivo final: "hacer más con menos". Ahora estamos haciendo más, con mucho más, produciendo cada vez más desechos. Esto no revela un *homo economicus*, sino más bien un *homo estúpido*.

En un diseño sistémico, se puede imaginar cómo los desechos de un proceso pueden convertirse en una fuente de insumos para otros procesos. Basta observar un árbol para saber que nunca podría sobrevivir sin los hongos y las lombrices de tierra que convierten sus hojas caídas en humus, y sin los pájaros que se alimentan con sus frutas y a su vez suministran sustancias nutritivas adicionales a través de sus excrementos que mineralizan el agua. La versión industrial moderna, lineal y sobre-simplificada del árbol prescribiría que todas las hojas serán recogidas en un punto central, junto a los hongos y las lombrices, después de lo cual serían producidas nuevas hojas ... lo cual nunca funcionaría. En efecto, el concepto de economías de escala tiene sus limitaciones.

La naturaleza esta muy bien programada porque un árbol sabe muy bien que cuando alcanza 30 metros de altura, no pretende tener la fuerza de alcanzar 300 metros. Cada árbol tiene su propio ecosistema que conduce a que se recuperen todas las sustancias nutritivas y energía, a través de un sistema complejo, y que en últimas le permite continuar creciendo hasta cierto límite físico y procrear. La naturaleza muestra muy bien que una economía basada en economías de escala llega a sus propios límites que la inteligencia no puede superar. La naturaleza nos inspira también a repensar



una sociedad de reciclaje, o una economía de ciclo cerrado. El enfoque actual que genera desperdicios no tiene ninguna posibilidad de limpiar el medio ambiente, y tampoco genera el valor agregado que necesitamos; nunca pasará entonces la prueba del tiempo. El permanente reciclaje de sustancias nutritivas en un ciclo cerrado produce "la enfermedad de la vaca loca" en animales, al igual que el incesto conduce a la degeneración de los seres humanos. ¿Por qué tratamos de reciclar los desperdicios post-consumo a través de un sistema cerrado, en contra de nuestros propios intereses, mientras que estamos generando en la producción volúmenes masivos de desperdicios que generalmente no son identificados?

La economía necesita un diseño sistémico (1) complejo y (2) abierto, que no necesariamente tiene que ser difícil. El resultado será un mejoramiento sustancial de la eficiencia, que permitirá introducir la regla "10/60", sustituyendo la tradicional regla pragmática "80/20" que ha dominado el pensamiento económico del último siglo. La regla "10/60" prescribe que utilizando apenas 10% del espacio disponible, se pueden procesar todos los desperdicios de un proceso, y generar hasta 60% los ingresos totales. La regla está basada en un gran número de casos que se desarrollaron alrededor de fincas arroceras en la China que aplicaron esta regla con gran eficiencia para contrarrestar la pobreza y la malnutrición.

Esta capacidad para generar valor a partir de nada y utilizando poco espacio, permite la creación de empleo, garantizando así una lógica simple para una regla económica básica: incrementar la productividad genera más empleos, y es sólo posible cuando utilizamos todos los materiales. Una vez que logremos utilizar plenamente toda la materia y energía, el modelo de producción habrá progresado hacia su punto óptimo. Una vez llegado a este punto óptimo, no habrá más contaminación y habremos logrado el objetivo de cero emisiones y cero desechos. Será un esfuerzo continuo.

Más allá de la reducción de los desechos y de la contaminación

La mayor ventaja de este modelo de producción es que está basado en lo que Adam Smith nos enseñó hace dos siglos: la economía trata de la combinación de trabajo, capital y materias primas. El mayor impacto de este enfoque simple y fundamental es que nos permite imaginar cómo podemos responder a las necesidades de la sociedad: agua, alimentación, vivien-

da, servicios de salud, y energía. Si los economistas evolucionan hacia el pensamiento sistémico, los administradores pueden convertirse en los profesionales de los sistemas y la sociedad controlará y utilizará esta tremenda energía humana incorporada en su creatividad, cristalizando así su deseo de dar un futuro mejor a las generaciones venideras.

El énfasis en la productividad total, que presta igual atención al trabajo, el capital y las materias primas, lleva a una sinergia que sobrepasa los posibles alcances de un programa de productividad que está enfocado solamente hacia uno o dos de los componentes básicos. Sin embargo, debe tenerse presente que mientras sea posible desarrollar programas de productividad para capital y trabajo dentro de la misma industria o dentro del mismo proceso agroalimenticio, es imposible hacerlo dentro del mismo sector para las materias primas, los desechos y las "malas hierbas". Deben buscarse soluciones fuera del negocio nuclear. Es por esta razón por lo que el concepto ZERI insiste en un enfoque sistémico y el agrupamiento (*clustering*) de industrias.

Un programa de productividad que se enfoca hacia las materias primas y los desechos va más allá que la mera recuperación y el reciclaje. La búsqueda de la productividad implica la búsqueda de valor agregado, y la maximización de la producción de un sistema completo con insumos dados. Esto es más que la recuperación de metales pesados después del consumo; es más que la extracción de más fibras de un árbol existente; va más allá de los cultivos orgánicos que eliminan los químicos. Se trata de un proceso de producción que busca siempre el uso integral de los componentes, de tal manera que nada se pierde. Y esto sólo se puede lograr cuando se opera en *clusters* de industrias complementarias.

Aunque los programas de reciclaje son bien conocidos, el diseño de un sistema que permita la plena utilización de todos los insumos se aplica sólo en la industria petrolera. No hay otra industria que sea capaz de romper las moléculas de manera tan precisa que al final se utiliza casi todo el insumo. Es también interesante ver que la industria petrolera y petroquímica es la única que busca de manera continua nuevos usos para sus materias primas y flujos de desechos, y continúa agregando valor a sus procesos de "craquear". No es sorprendente entonces que pueda ser mucho más competitiva que productos similares hechos a partir de fuentes renovables. Los productos naturales siempre son más costosos simplemente porque la ex-

tracción y la producción típicamente se enfocan hacia un componente y consideran el resto como desecho.

La aplicación del diseño sistémico en economía y gestión, la introducción de la productividad para las materias primas, desechos y "malas hierbas" puede ayudarnos a ver la luz al final del túnel oscuro que no promete enfrentar adecuadamente los hechos duros y las tendencias bien documentadas. En seguida se harán unas reflexiones sobre estos puntos, utilizando el tratado de Lester Brown *Beyond Malthus* como marco de referencia. Las 19 áreas que se considerarán son las siguientes: 1) tierra cultivable, 2) producción de granos, 3) producción de carne, 4) pesca, 5) agua dulce, 6) energía, 7) vivienda, 8) bosques, 9) biodiversidad, 10) áreas naturales protegidas, 11) cambio climático, 12) materiales, 13) urbanización, 14) desechos, 15) enfermedades contagiosas, 16) educación, 17) ingresos, 18) empleo, 19) conflictos.

Tierra cultivable

Desde mediados de este siglo, la población global ha crecido mucho más rápido que la extensión de la tierra cultivable. El área de producción de granos se ha incrementado en alrededor de 19%, mientras que la población ha crecido en 132%; siete veces más rápido. La tendencia probablemente continuará en el siglo venidero; la tierra cultivable por persona disminuirá a los más bajos niveles de la historia. En países industrializados y muy poblados como Japón, Taiwan y Corea, el área *per capita* para el cultivo de granos es más pequeña que una cancha de tenis. (Brown y Gardner, 1999:61-62)

El énfasis en el área cultivable tiene sus límites y simboliza un sistema de producción tradicional que utiliza sólo una fracción de la capacidad productiva de la naturaleza. Este patrón de cultivo tiene que ser ampliado hacia un sistema alimenticio que vaya más allá de la mera disponibilidad de tierra. Debido a que los cultivos (granos, frutas, verduras) sólo representan una fracción de la biomasa total, sus residuos, especialmente paja y hojas, ofrecen oportunidades únicas y demostradas para la generación de proteínas y sustancias nutritivas, utilizando el biosistema integrado. El caso de 10 millones de campesinos chinos nos enseña que es posible utilizar 10% de la tierra cultivable para generar 60% de los ingresos. Esto es un ejemplo de lo

que llamamos una diversificación desde adentro, y no una sustitución.

El retroceso de la hambruna que golpeó a China a comienzos de los años 60 ha sido atribuido a la capacidad de convertir los flujos de desechos de la actividad agrícola en fuentes de sustancias nutritivas de calidad para animales y seres humanos. Los hongos pueden ser cultivados sobre paja de arroz, hojas de plátano, jacinto acuático, o sobre una mezcla de desechos de café, hojas de palma y una porción de jacinto acuático. Todos estos residuos agrícolas se consideran desperdicios, debido a que normalmente son clasificados como de mala calidad y como forraje. Pero cuando se han cultivado hongos, el sustrato es enriquecido con proteínas del *mycelium* y las fibras, que hacen que el material sea difícil de digerir, incluso para rumiantes, han sido descompuestas parcialmente en azúcares que puedan ser digeridos. Esta organización de los ciclos alimenticios en forma de cascada es uno de los sistemas integrados poco entendidos que requieren poca tierra cultivable (10%), pero que tiene



un efecto multiplicador sobre los ciclos de producción de alimentos.

La degradación de la tierra cultivable a través de la erosión del suelo está afectando adversamente la productividad de la tierra. Y la utilización de fertilizantes no invierte esta tendencia. Por el contrario, la sobreutilización de fertilizantes no solubles parece agravar la situación. Este es un problema real, pero existen soluciones para el mismo. El jacinto (*eichornia azurea*) y otras plantas acuáticas como la espinaca y las algas *azolla*, en compañía de hierbas gigantes (bambú o *bambuseas*) de rápido crecimiento y girasoles (arboloco, conocido en Colombia también como "pauche" o "cajanegro") pueden asegurar la recuperación de sustancias nutritivas y la reposición del suelo superficial.

El jacinto acuático (*Otaruya*) es una hierba que flota en aguas que han acumulado sustancias nutritivas principalmente de desechos orgánicos no tratados y/o erosión del suelo. Una cosecha continua con barcos equipados con correas transportadoras, un sistema de corte mecánico y la inoculación con hongos de rápida penetración, ofrecen una posibilidad de aplicar nuevamente una mezcla de minerales y sustancias nutritivas al suelo, complementado con *mycelia* y bacterias. El sistema ha sido diseñado para recuperar la tierra perdida debido a la deforestación en la Amazonia. La naturaleza dispone de sus sistemas de equilibrio dinámico, y el hombre parece haber olvidado este potencial.

La recuperación de tierras cultivables degradadas y contaminadas (con metales pesados) podría alcanzarse a través de plantaciones temporales con bambú y plantas relacionadas del mismo ecosistema (aliso o *alnus jorallensis*, chusque -*chusqueae*- y arboloco). Estas plantas y árboles tienen un follaje rico que cae con abundancia para así enriquecer el suelo, e incluso absorber toxinas. Gracias a que estos son materiales de construcción útiles para la vivienda social y sostenible, este programa de recuperación podría ser financiado con el uso productivo de sus productos. El beneficio complementario es que el bambú, sus especies y su matorral relacionado, asegura la producción de hasta 40 veces más bióxido de carbono por metro cuadrado al año que un eucalipto que es frecuentemente el árbol preferido para la producción de papel. Las hojas del bambú son nuevamente una fuente excelente de hongos muy nutritivos. Puesto que hay unas 1.300 especies estimadas de bambú que crecen rápidamente en todas las regiones tropicales y subtropicales en el mundo, el enfoque sistémico ofrecerá se-

guramente buenos resultados para suelos y regiones forestales degradadas en esas partes del mundo donde los más pobres lo necesitan cada vez más.

Producción de granos

Desde 1950 hasta 1984, el crecimiento en la cosecha de granos fácilmente superaba el de la población, subiendo la cosecha por persona de 247 a 342 kilogramos. Durante los 14 años siguientes, el crecimiento en la cosecha de granos cayó por debajo del de la población, y la producción por persona bajó de este máximo histórico hasta, según se estima, 312 kilogramos, lo cual significa una disminución de 9% (Brown y Gardner, 1999:33).

Puesto que los granos, el arroz, el maíz y otros cultivos importantes sufren un decrecimiento *per capita* en la producción, y puesto que no parecen existir posibilidades de aumentar el acceso a nuevos terrenos, aumentar la irrigación o la utilización de fertilizantes, tenemos que buscar vías alternativas para producir más alimentos. Dado que cada alimento produce hasta 20 veces más paja, cascarilla, etc., los cuales generalmente se dejan podrir en el campo, son incinerados (generando así bióxido de carbono) o simplemente utilizados para limpiar los establos; su potencial es supremamente subexplotado.

Si produjeramos en *clusters* de producción, podríamos imaginar cómo todos estos desechos agroindustriales pueden, por ejemplo, ser convertidos en sustrato para el cultivo de hongos. Ciertos hongos (por ejemplo, los *mohos oyster*) crecen a temperatura ambiente, sobre todo en climas calientes y húmedos, justamente donde hay escasez de alimentos. Debido al hecho de que la cantidad de paja es al menos 10 veces la cantidad de granos, podríamos estimar que hay un potencial de 18,5 mil millones de toneladas de paja. Si se logra una tasa de conversión biológica de 50%, esto conduciría a 9,25 mil millones de toneladas de hongos (con un contenido de 90% de humedad), o a 1,5 mil millones de toneladas de materia seca.

Obviamente, es necesario incorporar en los cálculos la utilización de energía. Pero parte de la paja puede utilizarse para generar el vapor que se necesita para pasteurizar los sustratos, evitando así el uso de madera o diesel como combustible. Se puede estimar que 25% de la paja sería suficiente como combustible para preparar todos los desechos de la agricultura que sirven como base para cultivar hongos.

Dado que los hongos crecen durante algunas semanas después de la siembra, habría alimentos dispo-

nibles rápidamente. Se podría limitar el uso de la tierra a 10% de los terrenos disponibles para la agricultura, generando así un multiplicador de ingresos. Los hongos pueden ser secados y conservados para el consumo durante dos o tres años sin agentes preservativos. Al tiempo que América Latina no tiene una cultura de consumo de hongos, África y Asia tienen una larga tradición de cosechar y cocinar hongos. La rica biodiversidad de los hongos, que todavía espera ser descubierta y entendida, es una de las áreas que tiene mayor potencial para incrementar la producción de alimentos.

Producción de carne

La producción mundial de carne ha aumentado de 44 millones de toneladas en 1950 a 216 millones de toneladas en 1998, creciendo casi el doble del crecimiento de la población. El consumo de carne se proyectaría en 481 millones de toneladas en el año 2050, un incremento de 265 millones de toneladas. Si consideramos un promedio de tres kilogramos de grano por kilogramo de carne producida, se necesitarían alrededor de 800 millones de toneladas de forraje de grano en el año 2050, lo cual iguala la mitad del actual consumo mundial de grano. (Brown y Gardner, 1999:102-104)

La producción de proteína es lo que necesita la humanidad para enfrentar la malnutrición. Sin embargo, el verdadero cuello de botella de nuestra capacidad para responder a las necesidades de los más pobres está en el enfoque de la simple conversión de proteína vegetal en proteína animal. Una tercera fuente de proteína se queda entonces completamente descartada: la proteína de los hongos. Es bastante difícil entender cómo ha sido posible que el mundo se haya abstenido de prestar atención a esta rica fuente de sustancias nutritivas, minerales y vitaminas. La Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (UNCED) aseguró la aprobación por parte de los gobiernos de una Convención sobre biodiversidad. ¿Quién puede explicar que el segundo reino más grande de la naturaleza -los hongos- simplemente ha sido olvidado?

Los hongos no son solamente nutritivos (en algunos casos, más ricos en proteína que la leche), pero, mejor aún, algunas variedades de hongos contienen el cóctel de compuestos bioquímicos necesarios para fortalecer el sistema inmunológico. La conversión de biomasa en alimentos o refuerzo inmunológico puede tomar apenas seis semanas, o en todo caso, no más de seis meses. Pero la naturaleza parece ser aún más generosa. Después de haber cultivado los hongos con base en desechos del café o paja de arroz, la celulosa, que sería difícil de digerir por las vacas, ha sido descompuesta y enriquecida con proteína. El hongo

mycelium contiene hasta 38% de proteína, permitiendo así el consumo directo por el ganado (cuando no contiene madera), o su utilización indirecta a través del cultivo de lombrices, ricas en proteína (cuando el sustrato contiene madera).

La agricultura está descartando miles de millones de toneladas de paja y cascarilla, y existen recursos masivos en la naturaleza que se consideran como mala hierba, como jacinto acuático, bambú y rota (que no puede ser suministrada directamente al ganado). Todo esto puede ser convertido en forrajes a través de un tratamiento con hongos entre 10 y 15 días. Si uno desea optar por una dieta basada en hongos, la cosecha se podría hacer en menos de un mes después de la siembra. Esta combinación de opciones, una rápida para preparar alimentos y una menos rápida que produce alimentos y forrajes, ofrece uno de los generadores más eficientes de alimentos y forrajes tanto en términos de tiempo como de espacio, con una capacidad única para ajustarse a las preferencias de los consumidores en términos de dietas vegetarianas y no vegetarianas. El potencial es muy impresionante; la técnica es bastante simple. Este es un caso de alta ciencia traducida en tecnologías simples.

El proceso descrito requiere una simple conversión del actual modelo de producción; sólo propone la organización en cascada de los recursos para que haya más disponibles para el consumo local. Ofrece una oportunidad para asegurar una oferta mínima de proteína animal para quizá, miles de millones de personas que hoy no tienen acceso a ninguna fuente de proteína y que saben muy bien que el actual modelo de producción nunca les permitiría tener acceso a ella.

El actual modelo de producción y consumo propone convertir la proteína vegetal en proteína animal. Sabemos que esto no es un uso eficiente, debido a que se convierten siete toneladas de proteína vegetal en una tonelada de proteína animal, pero es poco probable que se puedan cambiar las preferencias en términos de consumo de los ricos y de los pobres al corto plazo. Por tanto, necesitamos imaginar un progreso del sistema en todos los frentes: más proteína vegetal y más proteína animal. La clave de los dos progresos no es la introducción de cultivos manipulados genéticamente, o alimentos que son producto de la ingeniería genética, más bien el uso integral de un generador abundante de proteína, desprovisto de colesterol y ácidos grasos saturados: la proteína de hongos. Esto ofrece otra luz al final del túnel, y confirma que es posible responder a las necesidades de esta masa crítica de personas.



Pesca

Desde 1950 hasta 1980, la pesca en los océanos creció de 19 a 88 millones de toneladas, expandiéndose mucho más rápidamente que la población. La pesca *per capita* aumentó en menos de ocho kilogramos en 1950 al máximo histórico de 17 kilogramos en 1988, más del doble. Desde 1988, sin embargo, el crecimiento en la pesca se ha desacelerado, cayendo por debajo del de la población. Entre 1988 y 1997, la pesca por persona cayó hasta 16 kilogramos, una caída de alrededor del cuatro por ciento. (Brown y Gardner, 1999:49)

Los cuerpos de agua de la Tierra tienen una enorme capacidad para producir proteína de pescado. Desafortunadamente, el método para pescar utilizado en alta mar y los métodos de cultivo de peces en aguas interiores desconocen claramente los conceptos de productividad de los sistemas acuáticos. El agotamiento del *stock* de peces y el cultivo de peces de baja calidad con excesiva utilización de hormonas y antibióticos es el resultado de esta grave concepción errónea de la "pesca moderna".

Los modernos criaderos de peces cultivan típicamente tilapia, donde las especies nativas africanas, modificadas genéticamente, son tratadas con hormonas para asegurar que las hembras no gasten energía y alimento en la producción de huevos. Esta mezcla de peces machos y "neutralizados" es cultivada en estanques de poca profundidad, nutrida con alimentación especial y tratada con antibióticos para estimular el crecimiento y enfrentar eventuales enfermedades.

Los estanques de poca profundidad que tienen sobrepoblación de peces, frecuentemente alimentados con aguas residuales mal depuradas, presentan un considerable riesgo de enfermedades. El agua, contaminada con excrementos y residuos de alimentación, suele carecer de oxígeno disuelto, lo cual requiere un suministro adicional de energía. Este problema conduce no solamente a un resultado cuestionable en términos de calidad de los alimentos; el sistema limita las ganancias de los criadores porque no aprovecha el potencial de la biodiversidad local. Quienes suministran las hormonas, los antibióticos y la alimentación tienen un negocio con ventas aseguradas; todos los demás implicados corren el riesgo de manejar un sistema que viola la regla más fundamental de la naturaleza.

El concepto de cría integrada, desarrollado en China durante los últimos cuatrocientos años, permite utilizar entre cuatro y seis especies de peces locales que se alimentan cada una con sustancias nutritivas diferentes en su nivel de profundidad ideal en un estanque de aproximadamente tres metros de profundidad. El arte del cultivo de peces en China consiste en que nadie los alimenta. El sistema asegura la alimentación de los peces. La disponibilidad abundante de zooplancton, fitoplancton, crustáceos y otros, da una muy eficiente conversión de los insumos en proteína de pescado, llegando así hasta 15 toneladas de pescado por hectárea sin tener que comprar alimentación para los peces.

Los terrenos pantanosos, con frecuencia ecológicamente degradados, ofrecen una primera y única oportunidad para aplicar estos conceptos. Hay millones de hectáreas de pantanos en todo el mundo, especialmente en África, donde éstos se conocen como focos de insectos, como, por ejemplo, de la mosca tse

tse, que es la portadora del parásito de la malaria. Si se convirtieran en charcos para pesca, no se eliminarían solamente los problemas con los insectos sino que también se tendría proteína de pescado adicional para la alimentación de los pobres o para ser convertida en proteína animal.

Muchas agroindustrias que generan cantidades masivas de aguas residuales son un segundo objetivo para dar un mayor uso a estas aguas. Además, las aguas contienen nutrientes que son de interés directo para el cultivo de peces. Las porquerizas ya se han considerado, las cerveceras también se incluyen en esta categoría, pero quizás el más atractivo recurso no utilizado puede ser la producción de polvo lácteo, como ocurre en Escandinavia, donde además se podría imaginar el cultivo de especies tropicales utilizando todos los desechos, incluyendo la leche deshidratada que no cumple con los estándares para ser utilizada para consumo humano.

Agua dulce

Dondequiera que crece la población, la oferta de agua dulce por persona está disminuyendo. Como resultado del crecimiento de la población, la cantidad de agua disponible por persona del ciclo hidrológico caerá en 73% entre 1950 y 2050. A escala mundial, alrededor de 70% del agua elevada con bomba del subsuelo o derivada de los ríos se utiliza para la irrigación, y 20% se utiliza para fines industriales. (Brown y Gardner, 1999:37)

En su mayor parte, el uso de agua para la agricultura puede calificarse como muy ineficiente. Estudiando el uso de agua en condiciones adversas, como en el desierto de Namibia, se puede percibir la manera como se podría obrar diferente obteniendo los mismos resultados con sólo una fracción del agua. La *Welwitschia mirabilis*, la planta más antigua de la Tierra, sobrevive en el desierto de Namibia después de más de 2.000 años, permitiendo al ganado masticar sus hojas como fuente de humedad. Esta planta y los insectos del mismo ecosistema son expertos en extraer humedad del aire. En cualquier parte del mundo, siempre hay humedad en el aire. La extracción de humedad de la niebla se ha vuelto una necesidad para la supervivencia en Namibia y en el norte de Chile, pero es todavía una oportunidad inexplorada en cualquier otra parte. Cuando el agua es abundante no hay necesidad de ser creativo; cuando el agua es escasa, no hay otra opción que ser ingenioso.

De alguna manera, cuando los seres humanos buscan agua y no encuentran ríos o riachuelos cerca-

nos, la única opción que se considera es hacer un hoyo. El aire existente alrededor, aun si no ha habido lluvia durante semanas o meses, es rico en humedad, y muy pocas veces está por debajo de 15%. Aun en estas circunstancias secas la humedad aumentará todas las mañanas, para después disminuir hasta llegar a un mínimo en la tarde. Se podría desarrollar tecnologías inspiradas por la respuesta de la naturaleza a la necesidad de sobrevivir en las partes más secas del mundo.

Una aplicación de algas marinas secas granuladas puede agregarse al suelo, ofreciendo un ejemplo de cómo la naturaleza puede utilizarse para revertir algunas de las condiciones climáticas que a primera vista no parecen tener futuro. Puesto que las algas absorben agua hasta el equivalente a diez veces su propio peso, representan una fuente excepcional para la retención del líquido. En la mañana, cuando la humedad en el aire es alta, se repone el agua en el suelo, capturada en estos gránulos de algas marinas, mientras que es liberada lentamente durante el día.

Las algas marinas son uno de los recursos menos explotados en la Tierra. Las zonas costeras de América Latina y África, donde hay importantes concentraciones de habitantes, son también las áreas donde el alto desempleo afecta las comunidades pobres. Por esta razón, es crítico ver cómo la necesidad de incrementar significativamente la eficiencia en el consumo de agua para la agricultura podría estimular actividades económicas en las zonas costeras con base en las algas, primero limpiando las playas y después plantando, cosechando y transformando las algas marinas. El resultado es muy provechoso para los suelos y los cultivos, pero quizá lo más importante es que será posible aumentar la absorción de minerales en el ciclo alimenticio, como el yodo, que actualmente hacen falta.

La industria representa el próximo desafío. Como constituye el segundo consumo más grande de agua, el pensamiento lineal sobre el consumo de agua impuesto por ley se ha vuelto un obstáculo importante. Las industrias de alimentos, madera y fibras son grandes consumidores de agua. Cada litro de cerveza requiere diez litros de agua; cada tonelada de celulosa requiere 40 toneladas de agua; cada tonelada de celulosa reciclada necesita 80 toneladas de agua; cada tonelada de fibra de fique se produce con 30 toneladas de agua. Cada kilogramo de café requiere 35 litros de agua. La conclusión es clara, hay un gran espacio para mejorar el consumo de agua, a condición de que

uno esté dispuesto a introducir nuevas tecnologías de procesos.

CENICAFE, el centro colombiano de investigación de la Federación Nacional de Cafeteros, redujo el consumo de agua de 40 a medio litro por kilogramo. Todas las aguas sucias de una cervecería deberían ser utilizadas para el cultivo de algas y peces en el sitio, sin la neutralización del pH como prescriben las leyes europeas y americanas. La producción de una tonelada de celulosa a partir de los árboles puede lograrse utilizando sólo dos toneladas de agua, con la tecnología de explosión de vapor. Es perfectamente posible reducir de modo significativo el consumo de agua y reutilizarla en otras industrias si esto se considera como prioridad.

Energía

En el pasado medio siglo, la demanda global de energía se ha multiplicado más de cinco veces, es decir, ha crecido mucho más del doble de la rapidez con que crece la población. Según las proyecciones, en el próximo medio siglo la demanda mundial de energía continuará expandiéndose más rápidamente que el crecimiento demográfico, en la medida en que las naciones en vía de desarrollo alcanzarán los niveles de los países industrializados. (Brown y Gardner, 1999:45)

Varias fuentes de energía renovables ya han sido estudiadas. Sin embargo, dos permanecen casi totalmente inexploradas, tanto en los países desarrollados como en los países en vía de desarrollo: biogas de porquerizas y de jacinto acuático. Aunque conocen las porquerizas como un problema importante en términos de nitrificación de aguas freáticas, sus posibilidades para la generación de energía son casi totalmente desconocidas.

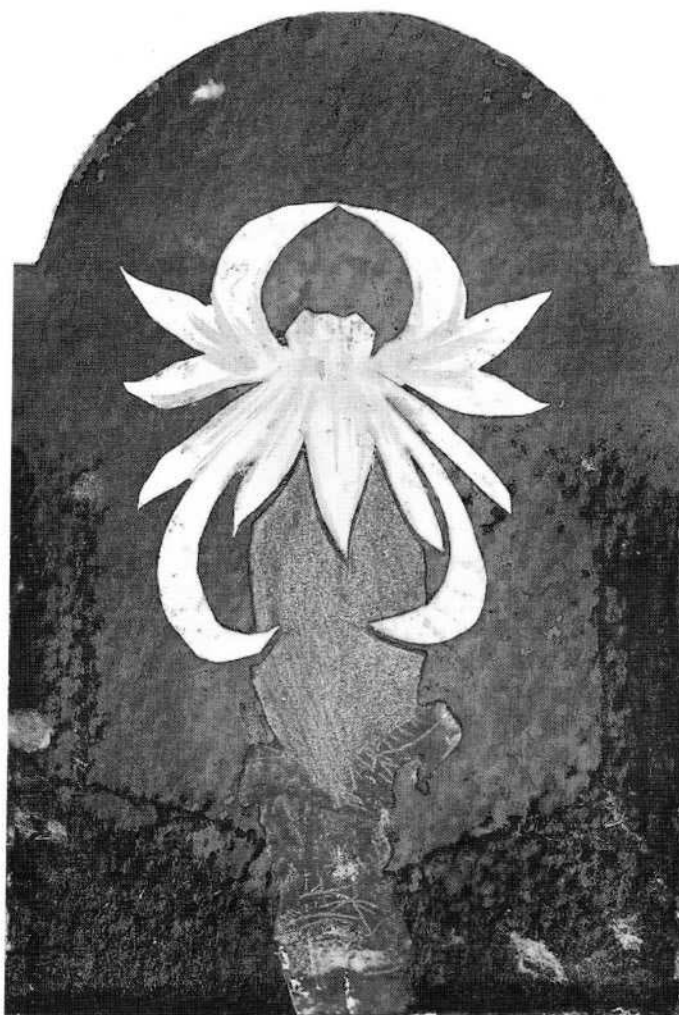
Un criadero de 1.000 cerdos puede generar biogas equivalente a 100 litros de petróleo al día, o equivalente a cerca de 36,5 toneladas de petróleo por año. Se crían millones de cerdos en varios países y regiones. Estas regiones pueden convertir fácilmente este problema de desechos en una importante fuente de energía. En el caso de Curitiba, una ciudad orgullosa de su diseño ambiental, hay suficientes cerdos para suministrar energía a todos los autobuses del Estado en forma de biogas. Actualmente ese Estado se encuentra negociando la construcción de un gasoducto desde Bolivia por 990 millones de dólares. Aún si no es factible conectar todas las porquerizas mediante gasoducto, la recolección diaria de gas de las fincas, como se hace con la leche, podría significar una importante fuente de energía renovable.

Los cerdos no son la única fuente eficiente de biogas. El jacinto acuático, considerado como una peste en África, es otra importante fuente potencial casi totalmente olvidada. Un kilogramo de jacinto acuático seco genera un metro cúbico de gas metano por día, y su lodo es un excelente fertilizante. Considerando que hay millones de toneladas de jacinto acuático en descomposición en los lagos de África, América Latina y Asia, existe allí un gran potencial para utilizar esta forma de energía.

La infraestructura para convertir esta peste en una fuente de energía es barata y fácil de instalar. Existen en el mercado diseños desde apenas veinte dólares por unidad hasta dos millones de dólares para una aplicación en el Japón. Benin es el primer país en adoptar la opción de biogas de jacinto acuático. Este proceso no solamente es una gran fuente de energía; también produce un fertilizante de calidad. Debido al hecho de que el jacinto acuático recupera todos los minerales y nutrientes que se encuentran en los ríos como consecuencia de la erosión de los suelos, ofrece una oportunidad para restituir lo que una inadecuada agricultura quitó del suelo.

El transporte entre los numerosos pequeños productores de biogas (pocilgas y jacinto acuático) y la unidad central de procesamiento se considera el mayor desafío, pero relativamente fácil de solucionar. Exactamente como el camión de leche recolecta la producción cada día, un camión cisterna podría recolectar el biogas generado el día anterior. La recolecta y el ingreso diario asegurarían el mantenimiento diario. A menos que haya ingreso no habrá problema de mantenimiento, un problema que en el pasado frecuentemente condujo al pobre desempeño de las instalaciones en áreas rurales. El gas es utilizado de manera limitada en la finca, puesto que se necesitan sistemas energéticos dobles, uno conectado a la red eléctrica, y uno al gas. En ciertas circunstancias, es preferible ofrecerlo al sistema de transporte público a un precio competitivo.

La solución no es imaginar la instalación sólo como un productor de biogas, sino como un catalizador en un sistema abierto que es capaz de generar mucho más a condición de que organicemos en forma de cascada los materiales y la energía. La simulación del potencial basado en pocilgas y jacinto acuático en América Latina y África realmente nos ofrece una luz al final del túnel.



Vivienda

Durante el último medio siglo, el *stock* mundial de vivienda ha crecido más o menos al ritmo de la población. Sin nuevos compromisos gubernamentales para proveer vivienda, esta situación tendería a empeorar, puesto que según las proyecciones, las necesidades de vivienda casi se duplicarían en los siguientes 50 años y se espera que la vivienda en África y Oriente Medio se triplique. (Brown y Gardner, 1999:69-70)

Si se mantiene el actual concepto de vivienda, difícilmente se podrá satisfacer la demanda, y la pobreza, expresada en términos de población sin hogar seguirá, y la situación continuará agravándose. Los gobiernos tratan de influir en la construcción de vivienda a través de esquemas financieros, ofreciendo préstamos a bajas tasas de interés y tasas especiales del IVA, en un esfuerzo para facilitar la propiedad de casas. Sin embargo, si no se cuestiona el concepto mismo de construcción de casas, estos mecanismos de cons-

trucción podrán ayudar a gran parte de las clases medias pero dejarán a los miles de millones de pobres, y especialmente a los 100 millones que carecen de hogar, sin ninguna posibilidad de solución de vivienda en sus vidas.

Si, por el contrario, introdujéramos el concepto de "*grow your own house*" (cultive su propia casa), tendríamos una oportunidad de ofrecer una salida y lograr las metas. Desafortunadamente, la construcción de casas en todo el mundo está inspirada cada vez más por sistemas de construcción que son predominantes en las regiones caracterizadas por climas templados. De esta manera, estos sistemas de construcción han servido de ejemplo para el mundo en desarrollo, llevando a un excesivo consumo costoso de madera, acero, vidrio y cemento. Por esta razón, una casa de clase media cuesta fácilmente 10.000 dólares para construir, y 1.000 dólares para mantener cada año, lo cual las hace inaccesibles para la gran mayoría de personas pobres en todo el mundo. Peor aún, incluso si estuvieran en capacidad de permitirse esta casa, no les ofrecería el confort de un hogar.

El concepto de construcción introducido por ZERI ofrece la posibilidad de construir una casa social y sostenible utilizando materiales de construcción funcionales y confortables como el bambú y paja de arroz, dependiendo de la disponibilidad local. El bambú se encuentra ampliamente disponible; hay más de 1.300 especies. El diseño realizado por el arquitecto colombiano Simón Vélez permite ofrecer una barata, funcional y bella casa de 65 metros cuadrados, utilizando no más de 150 bambúes. Cultivar el bambú para construir su propia casa requiere solamente 500 metros cuadrados, con una productividad promedio de dos tallos de bambú por metro cuadrado cada cinco años.

La cosecha puede recogerse después de 36 meses para algunas especies, 60 meses para otras, dependiendo del tipo de bambú utilizado. La conservación del bambú puede ser asegurada con ácido piroleñoso del mismo bambú, lo cual es un estímulo para el espíritu empresarial, puesto que requiere inversión, procesamiento y manipulación local, y elimina sustancias tóxicas (importadas) utilizadas contra hongos e insectos para proteger materiales tropicales. El bambú y otros materiales tropicales tratados con sus propios ácidos no es solamente de hermoso color, sino que tiene una garantía de más de cincuenta años, con estructuras fortificadas. Los japoneses incluso ofrecen

una garantía de cien años. El propietario ni siquiera tiene la oportunidad de reclamar la garantía.

La eliminación de los metales pesados y de las toxinas de las técnicas de conservación no solamente ahorra dinero, sino que hace las casas más saludables y estimula la economía local a través de la introducción de nuevas actividades económicas que son considerablemente más eficientes. Es la introducción de estos tipos de productividad lo que hace crecer la economía, sustituyendo una toxina importada por un servicio con valor agregado que ofrece un mejor producto a un precio más bajo. Es antiinflacionario. Este es el tipo de innovación que se necesita para llegar a las personas pobres.

El mismo concepto puede ser aplicado a la construcción de vivienda con fardos de paja de arroz. La ciudad de Santa Vitória do Palmar, en el sur de Brasil, muestra un caso interesante. El cultivo de arroz, sujeto a la competencia global, sin más acceso a los subsidios del gobierno brasileño, era una actividad económica que trabajaba a pérdida hasta el punto de que la pobreza golpeó, y no se generó ningún ingreso. La fundación ZERI de Brasil logró desarrollar una estrategia de diversificación que incluye la reutilización de la paja para el cultivo de hongos, la reutilización del agua de irrigación para el cultivo de *spirulina* y el uso productivo de los fardos de paja para la vivienda. Estas casas térmicamente resistentes, equipadas completamente con "el aire acondicionado de Las Gaviotas", hacen la vivienda de calidad nuevamente disponible, sin la carga del costo de la inversión y del mantenimiento.

Otro problema importante en la vivienda es el techo. Aunque los trópicos tenían excelentes sistemas de techos, la importación de cemento fortalecido con asbesto y zinc señaló un distanciamiento de los materiales tradicionales y esto ha sido tanto costoso como insalubre. Canadá sigue siendo un gran exportador de asbesto hacia América Latina; Rusia lo vende en África y Asia. La utilización de fibras naturales como guada, bambú y caña, como sustitutos para el fortalecimiento del cemento, se ha demostrado desde ya hace varios años, pero como ninguna de esas fibras está disponible en climas templados, las tecnologías no se han desarrollado. El sur sigue utilizando no solamente materiales ineficientes y desactualizados, que han sido prohibidos por razones de salud; estos materiales importados ignoran el potencial de la biodiversidad local.

El cambio de acero, cemento, asbesto y vidrio hacia la construcción dominada por materiales de cons-

trucción tropicales y subtropicales que crecen rápidamente, incluso en suelos degradados, sugiere que se podrían ofrecer millones de casas sin tener que gastar dinero y energía en materiales no tropicales. La experiencia en América Latina, que ha sido repetida en África, nos da una buena base. La cantidad que se necesita de bambú y de paja de arroz puede ser suministrada fácilmente como parte de programas de recuperación de tierras degradadas y contaminadas. Las casas de los pobres no solamente estarán a su alcance, serán funcionales y hermosas. ¿Qué más podemos esperar de una economía eficiente y orientada hacia el mercado?

Bosques

Las pérdidas globales del área selvática han marchado de la mano con el crecimiento de la población durante la mayor parte de la historia humana. En efecto, 75% del crecimiento histórico de la población global y un estimado 75% de la pérdida del área selvática global ocurrieron en el siglo XX. La deforestación es una función de la demanda de productos forestales y está relacionada intimamente con el crecimiento en el consumo *per capita*. La utilización de papel y cartón por persona a escala global se ha duplicado desde 1961. (Brown y Gardner, 1999:65)

Si consideramos un sistema de producción de papel y cartón que sigue estando centrado en la celulosa de madera, sin duda no alcanzará a responder a la demanda, incluso con la implementación exitosa de técnicas de manipulación genética para estimular el crecimiento de los árboles. La utilización de celulosa de árboles es ineficiente. La celulosa de caña de azúcar, plátano, palma, bambú y ratán crece más rápidamente y es superior a la que se obtiene de los árboles. El único problema es que quienes controlan el mercado mundial de celulosa y las relacionadas tecnologías de procesamiento han desarrollado sus negocios durante los últimos cien años en climas templados. Las fuentes más productivas de celulosa se encuentran en el trópico.

Una planta de bambú y su maleza producen por metro cuadrado y por año aproximadamente cuarenta veces más celulosa que un eucaliptus genéticamente manipulado, de rápido crecimiento. No tiene sentido buscar una explotación sostenible de los bosques y sus mecanismos de certificación, cuando la celulosa fácilmente disponible ni siquiera se considera seriamente como una alternativa. El modelo de producción que se basa solamente en pulpa de madera es el que está en crisis. Sin duda, la capacidad de la naturaleza para producir fibras no lo está.

Hoy, el bagazo (48% fibra) es incinerado porque no se considera que tenga valor económico; el bambú que crece hasta 25 metros por año simplemente no es cosechado y en muchos lugares del mundo aún se considera como una maleza. La disponibilidad de ocho millones de hectáreas de caña de azúcar, un sector en crisis debido a la caída en la demanda de azúcar (por obvias razones, puesto que produce caries dental y por ello es sustituida por endulzantes sintéticos) puede ofrecer una nueva oportunidad para los azucareros, si se pagara por el bagazo el mismo precio que se paga por la fibra de eucalipto (más de 350 dólares por tonelada) que excede la tasa de mercado actual para el azúcar.

La celulosa de hierbas gigantes, como la de caña de azúcar y de bambú, puede usarse en grandes cantidades para la producción de papel, pero no se deben emplear las mismas tecnologías de separación, las cuales han sido desarrolladas para madera suave y dura. No se necesita ser ingeniero industrial para darse cuenta que las hierbas gigantes tienen una estructura fundamentalmente diferente de la de los árboles, y que por esta razón es mucho mejor procesarlas con técnicas de separación adecuadas para las hierbas y los climas tropicales. Si se utilizan las mismas técnicas de separación para las hierbas y para la madera dura, no es sorprendente que los resultados sean pobres. Los costos son altos y el daño ambiental, excesivo.

Se han presentado muchas iniciativas que tenían como objetivo utilizar todas las fuentes de biomasa para la producción de papel, pero desafortunadamente pocas han sido exitosas. La razón es que la mayoría optó por la utilización de los mismos procesos químicos y mecánicos de separación que se utilizan en climas templados. El suministro de papel y cartón al mercado mundial no constituye un problema, a condición de que uno esté dispuesto a pensar en términos del productor más eficiente del material. Si uno se queda, a toda costa, con la producción de papel utilizando celulosa de pino y eucalipto, no encontrará una salida de la crisis, aunque algunas organizaciones internacionales de renombre certifican que algunos bosques son manejados de manera sostenible. El único que gana de esta miopía permanente es la empresa de silvicultura que verá aumentar los precios de la celulosa.

Si además de la producción de celulosa se pudieran extraer otros productos secundarios del árbol (que continúa siendo una buena opción para los climas templados), de la caña de azúcar o del bambú (en cli-

mas tropicales y subtropicales), tendríamos posiblemente una situación ideal. La producción de lignina es una opción evidente, puesto que puede ser separada fácilmente. Es una fuente rica y limpia de energía, que representa al menos 30% de la biomasa del árbol. La hemicelulosa, que también representa alrededor de 30% del peso de las plantas y árboles, puede ser convertida en carbohidratos que son más dulces que el azúcar y que no producen caries en los dientes.

Con base en estas consideraciones, podemos imaginar el potencial de la naturaleza y un incremento general en la productividad del sistema, haciendo que todo el sistema de producción de papel y cartón sea más eficiente, generando así ingresos y empleos. La opción creativa para el uso de madera en la construcción de vivienda se analizará más adelante.

Biodiversidad

Estamos viviendo la mayor extinción de vida vegetal y animal desde la desaparición de los dinosaurios hace más o menos 65 millones de años, con una velocidad de pérdida de especies entre 100 y 1.000 veces la tasa natural. Las principales fuentes de pérdida de especies provienen de actividades humanas. (Brown y Gardner, 1999:41)

Mientras que por un lado hay una pérdida masiva de especies, existe también una gran cantidad de especies todavía desconocidas. El segundo reino más grande de la naturaleza, los hongos, tiene 1.5 millones de especies estimadas de las cuales sólo 5% ha sido descrito taxonómicamente



Y de esas ochenta mil especies, los científicos solamente han logrado distinguir los machos de las hembras en 15%. Es necesario asegurar la supervivencia de lo que tenemos, pero es también muy necesario entender lo que tenemos todavía y utilizarlo de manera productiva. Mientras que existen bancos de germoplasma para semillas de cultivos, no hay bancos de germoplasma para hongos en África y en América Latina. Estos dos continentes representan, según estimaciones, 45% de la biodiversidad de esta rica fuente de nutrientes. Los científicos exigen con todo derecho un mejor banco de semillas para las variedades de plantas y cultivos, mientras que las especies de hongos deben ser urgentemente añadidas a esa lista.

En segundo lugar, existe una necesidad de entender mejor la capacidad generativa de la naturaleza. Como lo ha demostrado el Centro de Investigaciones sobre el Medio Ambiente Las Gaviotas (Colombia), existe una capacidad única para construir puentes entre las regiones desoladas, donde el medio ambiente se ha degradado, donde incluso la vida está amenazada, y las zonas rebosantes de biodiversidad. Este exclusivo modelo dinámico reproductivo merece mayor atención detallada. Esto nos permite imaginar cómo preservar la naturaleza, cómo regenerar el medio ambiente con su biodiversidad y cómo duplicar las únicas reservas que nos quedan. Lo que Las Gaviotas ha logrado en Vichada (Colombia) en un área de once mil hectáreas, podría ser reproducido en las seis millones de hectáreas que se encuentran a su alrededor.

El punto atractivo en este ejercicio es que la recuperación de la biodiversidad puede ser autosostenible. Sólo requiere un capital de inicio equivalente a un millón de dólares por cada cinco mil hectáreas. La financiación posterior es posible a través de la generación de agua potable, un desafío que ha sido identificado claramente en secciones anteriores. Si se combina efectivamente la gestión de los bosques y del agua, entonces se pueden tratar dos problemas fundamentales de manera simultánea. Es posible encontrar salidas a este desafío.

Áreas naturales protegidas

El crecimiento de la población durante los últimos cincuenta años hizo difícil preservar las áreas naturales. Otro medio siglo de crecimiento presionará aún más estas áreas protegidas cuando los asentamientos, inicialmente pequeños y distantes, invadan estos lugares y cuando el número de personas que los habitan crezca muy rápidamente. (Brown y Gardner, 1999:85)

El mayor problema de las áreas naturales protegidas es que han sido cerradas para la actividad humana; peor aún, la única iniciativa económica que ha sido permitida con cierta resistencia es la introducción del turismo, que en muchos casos ofrece el mayor y más rápido retorno económico pero que tiene también un impacto negativo.

El uso económico sostenible de las áreas protegidas es una necesidad. Aunque la omnipresencia del hombre no debe ser promovida, las actividades selectivas y bien orientadas pueden ser emprendidas cuando se diseñan para asegurar la viabilidad de estas reservas a largo plazo. La reserva natural de la Sierra Nevada de Santa Marta, casa de la cordillera costera más alta del mundo, que se eleva unos cinco mil ochocientos metros sobre el nivel del mar, alberga una de las más ricas biodiversidades del mundo, gracias a sus múltiples microclimas. Es también el lugar de la Ciudad Perdida, una magnífica red de pueblos y caminos a través de la jungla, construida después de la invasión española. El parque y todos los sitios arqueológicos están cerrados al público. Aunque deben reconocerse problemas de seguridad relacionados con narcotráfico, debe destacarse que es también albergue de una colección única de orquídeas que podría ser promovida y vendida a muy altos precios en los mercados internacionales. También hay allí hongos medicinales que pueden ser cosechados sin ningún riesgo de perjudicar al medio ambiente.

Iniciativas sobresalientes de la UNESCO como la de *Man and Biosphere* y la de *World Culture Heritage*, ofrecen una comprensión tanto de los problemas relacionados con la preservación de los sitios, como de las oportunidades perdidas para ofrecer medios de vida sostenibles. No cabe duda de que la sola preservación de estas áreas no garantiza su supervivencia, por el contrario, la protección contra la invasión humana en un ambiente que sufre malnutrición y escasez de tierras cultivables probablemente tendrá el efecto opuesto.

Una estrategia bien orientada hacia las actividades económicas sostenibles puede disminuir las presiones a través de la generación de ingresos y la producción de fondos para una verdadera preservación de las reservas.

Cambio climático

En el último medio siglo las emisiones de carbono de la quema de combustibles fósiles aumentaron cuatro veces, incre-

mentando las concentraciones atmosféricas de bióxido de carbono en 30% frente a los niveles preindustriales. Los quince años más calientes según las estadísticas se presentaron después de 1979. (Brown y Gardner, 1999:73)

La disminución del riesgo de cambio climático acompañado con intensas olas de calor, más severas sequías e inundaciones, tormentas más destructivas e incendios forestales más extensivos, requiere un conjunto de acciones mucho más innovadoras. La estrategia actual delineada por los gobiernos consiste en la reducción de las emisiones de gases que causen efecto invernadero. La introducción de impuestos sancionatorios del efecto invernadero, el desarrollo de tecnologías para capturar y enterrar debajo del mar los gases de efecto invernadero con un alto costo, la sustitución de petróleo y carbono por energía renovable, son temas que están sobre la mesa desde hace muchos años. La realidad es que estas opciones que buscan "la reducción de las emisiones a todo costo", no son suficientes. La fundación ZERI propone complementar esa vía necesaria de reducción a través de la innovación, con un segundo conjunto de "vías productivas" para captar y reutilizar los gases que tienen efecto invernadero. Hasta que se logre generar nuevo valor de lo que se considera un problema y un desecho, todas las propuestas enunciadas seguirán encontrando resistencia.

La recuperación del gas metano, diecisiete veces peor que el bióxido de carbono como gas que tiene efecto invernadero, a través de las instalaciones generadoras de biogas vinculadas a las pocilgas descritas antes, es una de estas opciones.

Los cerdos se consideran como la segunda fuente de gas metano. Primero, parece que estamos acusando a las especies equivocadas. Son los seres humanos quienes deben suministrar mejores alimentos que no produzcan tanta cantidad de gases. Muchos de los desechos de procesos industriales como son los granos utilizados conlleva mayor producción de gas metano. Si los seres humanos se dan cuenta de la producción de gases intestinos, cambian los alimentos. ¡Los cerdos no tienen esa opción! Segundo, si se produce el gas, la humanidad debería encontrar vías para capturarlo y utilizarlo, dándole valor en vez de dejarlo simplemente disolverse en el aire.

La captación de bióxido de carbono se ha debatido extensamente. Esto ha generado programas de reforestación en todo el mundo. Pero cuando uno se da cuenta de que las hierbas gigantes, que han formado bosques masivos en África, Asia y América Latina, reciben hasta cuarenta veces más bióxido de carbono

por metro cuadrado por año que los árboles, se pregunta ¿quién ha estado mal orientado? Es una vez más porque las personas que crean las soluciones al cambio climático son en su mayoría originarias de climas templados, regiones con cuatro estaciones, en vez de científicos de los trópicos que podrían apuntar rápidamente a la biodiversidad como respuesta a la captura de carbono.

Siempre, cuando las compañías de energía anuncian un programa de reforestación para compensar sus emisiones excesivas, lo único que se les ocurre es un pino o a lo mejor la protección de un bosque primario nativo. Una razón puede ser pura ignorancia sobre la biodiversidad de la naturaleza; de tal manera que quienes toman las decisiones están orientados por lo que saben o por los conocimientos sobre su propio clima templado. Otra razón tiene que ver con la bien conocida utilización económica de la madera para vivienda y producción de papel, pero los que viven en estas partes del mundo con cuatro estaciones no son conscientes de las posibles utilidades masivas y de larga vida de las fibras de bambú y de sus plantas dependientes en este ambiente inspirador que claramente necesita ser descubierto.

Después de China y Rusia, Brasil es el tercer consumidor mundial de asbesto. En el mundo en desarrollo el asbesto no ha sido sustituido por alternativas sintéticas. Dado que estas fibras sintéticas son funcionales pero más costosas, el asbesto continúa siendo utilizado ampliamente en la vivienda social. No se ha encontrado ningún liderazgo político dispuesto a imponer techos más costosos a cambio de un ambiente más saludable. Imagine simplemente que todo el asbesto importado y tóxico en el Brasil fuera sustituido por fibras de bambú, el Brasil necesitaría entonces reforestar y cosechar anualmente un estimado de cuatro millones de hectáreas de bambú. Esto captaría el equivalente de ciento sesenta millones de hectáreas de bosque de pinos de rápido crecimiento. Si Colombia sustituyera su asbesto -importado desde Canadá- necesitaría cien mil hectáreas estimadas, o cuatro millones de hectáreas equivalentes de árboles, gracias a su especie de guadua supremamente eficiente. China, un país de bambú por excelencia, absorbería todo el bióxido de carbono que emite para cubrir sus necesidades de energía si se escogiera esta opción.

Los bosques de bambú solían cubrir partes importantes de Asia, África y América Latina. Cuando los colonizadores españoles llegaron a los altiplanos de Sur América, encontraron grandes bosques de bambú. Actualmente las regiones que se conocen hoy por

su café, estuvieron alguna vez cubiertas de bambú. La fibras de bambú como material fortificador en cemento tienen una vida económica larga, asegurando que el carbono no es liberado inmediatamente en la atmósfera. Si todos convinimos en que el asbesto tiene que ser eliminado de América Latina por razones de salud, y de las economías emergentes, África y Asia, entonces tenemos una interesante oportunidad para revertir el cambio climático. La belleza de esta opción es que no cuesta dinero, pero inyecta espíritu empresarial y eficiencia en las economías locales. El costo de la construcción es inferior; un material sin valor económico ahora es procesado en materiales de construcción muy necesitados. Es este tipo de soluciones las que pueden tener un impacto duradero.

No es una sola especie de bambú la que puede promoverse. Puesto que hay alrededor de mil trescientas especies de bambú, se podría identificar casi para todo tipo de clima, con excepción de los templados y fríos, una especie que sea idealmente propicia. En todas las áreas clave del mundo donde se utiliza asbesto, se encuentran especies locales de bambú. De pronto el elemento más atractivo consiste en que las especies de bambú no necesitan suelos ricos y por consiguiente no tendrían que competir con la agricultura por las tierras cultivables. Se pueden identificar como las áreas más importantes del mundo sin utilidad económica las faldas muy pendientes de las montañas, las tierras erosionadas y las que están contaminadas con metales pesados. El bambú no sólo recupera la tierra a través de la generación de una nueva capa de *humus*, también ayuda en la recuperación del ciclo hidrológico reintroduciendo aguas subterráneas que habían sido debilitadas debido a la erosión del suelo superficial y al mal manejo de su vegetación y su maleza.

Las mejores respuestas al problema del cambio climático se encuentran en la biodiversidad del mundo. Dará un estímulo a la economía local, volviendo más productiva una actividad de negocios crítica: la construcción de vivienda.

Materiales

En este siglo, la prosperidad y la no reutilización de la mayor parte de los materiales han sido importantes motores del consumo de éstos. En los Estados Unidos los materiales de construcción constituyeron 72% del uso total de materiales en 1995. El daño ambiental por tonelada de material utilizado puede a veces ser más considerable posteriormente en el

proceso de extracción que en sus etapas iniciales. (Brown y Gardner, 1999: 77-79)

Debido a que el actual modelo de producción y consumo sólo utiliza una pequeña fracción de cada material producido por la tierra o extraído de ella, hay pocas posibilidades de poder responder a las necesidades de la gente en algún momento, y de enfrentar el problema de la producción masiva de desechos. Ya que la parte soluble de la planta del cafeto, que termina en una tasa de café representa sólo 0.2% de la biomasa que produce la naturaleza, no es sorprendente que el cultivador de café tenga una situación difícil para sobrevivir. Los caficultores están sujetos a la volatilidad de los precios en el mercado internacional cuando dependen de una fracción menor de su cultivo. Como las fibras largas del maguey y del fique representan sólo 2% y el resto es desechado, no es sorprendente que la alternativa sintética se tome rápidamente el mercado. La lista de generación masiva de desperdicios es larga.

La utilización del bambú para la construcción en las alturas tropicales ofrece una perspectiva muy diferente; un bambú de veinte metros de largo puede ser utilizado en casi 100%. La mayor parte del tallo -alrededor de nueve metros- se utiliza: 1) como material estructural para construcción, 2) las raíces en forma de arcos se emplean como soporte, 3) la parte alta del bambú sirve para decoraciones menores, 4) los restos del tallo son utilizados como combustible para el proceso de inmunización, 5) las hojas sirven para el cultivo de hongos, y 6) las ramitas también terminan en el fuego para la inmunización. Se ha estimado que la madera utilizada en la construcción de una casa norteamericana raramente representa más de 20% de la biomasa originalmente generada por el árbol. La utilización completa de materiales tropicales ofrece una clara imagen de cómo el modelo de producción del futuro estará mucho mejor equipado para responder a las necesidades urgentes de las personas.

La misma lógica se aplica a la cerveza, típicamente producida en los centros urbanos, especialmente en el mundo industrializado. Los granos utilizados después de extraer la fécula son transportados hacia los ganaderos a cien kilómetros de distancia, o simplemente a rellenos sanitarios, en muchos casos por falta de demanda, o incluso incinerados para evitar el olor de descomposición. Esta opción no es la ideal, tomando en cuenta que el grano utilizado contiene hasta 20% de proteína. ¿Cómo podríamos inventar un modelo de producción en el cual se aproveche la proteína hoy considerada desecho para ir a la basura o ser inci-

nerada, cuando miles de millones de personas en todo el mundo sufren de malnutrición?

Se podría simplemente agregar una panadería a la cervecería y así recuperar toda la proteína que de lo contrario se perdería (Pauli, 1996). El libro *UpSizing* (Pauli, 1998) ofrece cientos de ejemplos de cómo nuestra actual utilización ineficiente de materiales puede ser revertida, llevando a una nueva economía donde la utilización productiva de todos los componentes conduce con toda seguridad a una inversión fundamental de las tendencias actuales, asegurando ingresos y empleos en una economía de mercado, convirtiendo los actuales sistemas ineficientes de producción y distribución en productivos hasta el punto en que los altos costos inherentes que impidieron su disponibilidad para las masas pueden ahora ser suministrados bajo condiciones competitivas. Esta es la revolución que los mercados mundiales han esperado: hacer los productos y servicios tan baratos y abundantes, y simultáneamente tan productivos y efectivos que el valor agregado les permita ser rentables.

Urbanización

Las ciudades de todo el mundo están creciendo más rápidamente que la población. En 1950, 760 millones de la población mundial vivían en ciudades. En 1998 esta cifra se había triplicado, hasta más de 2.7 mil millones. El número proyectado de población urbana para el año 2050, alrededor de 6.2 mil millones de personas, excede la población mundial de hoy. (Brown y Gardner, 1999:81)

El mayor cambio que está por ser diseñado es una reversa en la actual presión del mundo rural sobre las ciudades. Existe una necesidad urgente, en primer lugar, de congelar el éxodo desde el campo y después asegurar el retorno a las áreas rurales. La presente presión hacia afuera de las áreas rurales es el resultado de una falta de oportunidades visibles en el campo. Pequeños pedazos de tierra son divididos y luego subdivididos de nuevo con cada cambio de generación, hasta que se vuelven tan pequeños que las personas no pueden imaginar cómo sobrevivir con el actual modelo de producción, el cual se focaliza en un sólo cultivo del que se extrae un solo producto vendible, considerando todo el resto como desperdicio. Hay muy pocos casos en los que se demuestra que esta tendencia puede invertirse.

Hace sólo 25 años el tamaño promedio de una finca cafetera en Colombia cayó de aproximadamente 4,5 hectáreas a 1,6 hectáreas. Es difícil para una familia de cinco miembros sobrevivir sobre un terreno tan

pequeño, sólo cultivando café, vendido apenas a un dólar por kilogramo en 1999. La respuesta no es la diversificación hacia otro cultivo mágico que produzca mayores ingresos sobre un terreno que ve disminuir su extensión cada vez más. Si se cambia el viejo modelo de producción, que se basó sólo en el café, por uno que incluya el cultivo de hongos sobre las hojas, ramitas y cáscaras de café, se podría generar un primer e inmediato flujo adicional de ingresos. Si, además, se puede dar valor a los bambús que crecen a lo largo de los riachuelos sobre las cuestas empinadas de las colinas donde no se puede cultivar café, mediante una simple técnica de inmunización, se podría asegurar un segundo ingreso. La erosión de los suelos, que está amenazando la productividad de este único cultivo, puede ser combatida plantando limonaria alrededor de las raíces, un aceite esencial popular que tiene demanda en todo el globo.

Un miembro de la familia podría convertirse en un experto en construcciones de bambú, otro en un experto en técnicas de inmunización operando el horno de combustión incompleta, otro en experto en cultivo de hongos, otro en experto de aceites esenciales, y por supuesto, uno mantendría los conocimientos sobre el cultivo del café. La finca cafetera integrada no se parecerá a la actual *fazenda* donde el agricultor sobrevive difícilmente. La familia no está ampliando sus tierras, o diversificando hacia otros cultivos. Está utilizando simplemente lo que tiene disponible para darle un uso productivo. Ha llegado el momento de que la humanidad se convierta realmente en conjunto de *homo sapiens*, o simplemente en un *homo economicus*, haciendo más, mucho más, con lo mismo o incluso con menos.

El desarrollo de Las Gaviotas en los llanos colombianos creó una comunidad sostenible de 11.000 hectáreas de nada. Si se pudiera alcanzar lo mismo en unos 6 millones de hectáreas de la sabana colombiana y venezolana, que enfrentan los mismos desafíos, sería posible generar unos 120.000 empleos y explotar masivamente los bosques de la región. El desarrollo de las regiones nórdicas y amazónicas del Brasil con base en los mismos principios no es sólo técnicamente factible; tiene incluso una lógica económica sólida para sustentarlo. Si se demuestra suficientemente la creación de empleos y de valor agregado a través de la utilización sostenible de todos los recursos, será posible no solamente mantener los habitantes satisfechos en el campo, sino que se atraerá a más familias para establecer un medio de vida sostenible, en vez de enfrentar un futuro flaco en las ciudades sobrepobladas.

La búsqueda de niveles de productividad cada vez mayores de acuerdo con el viejo modelo de producción de monocultivos en el estado Pará (Brasil) llevó al cierre de alrededor de once explotaciones forestales. Como éstas estaban ubicadas en el corazón de la selva, es difícil imaginar maneras alternativas de creación de empleo frente a este uso insostenible de recursos naturales protegidos internacionalmente. Sin embargo, la reutilización del jacinto acuático como fertilizante, la cosecha de hongos tropicales medicinales, el procesamiento de hongos utilizando parte de la infraestructura de la explotación forestal, sobre todo las cámaras de secado y los generadores de vapor, ofrecen una clara idea sobre cómo no solamente se podrían crear empleos sino, aún más importante, cómo se podría asegurar la recuperación de un medio ambiente que sufrió la intrusión humana y que podría ser salvado por la misma ingeniosidad humana, entendiendo el poder de la naturaleza y la riqueza de la biodiversidad.

Aunque este enfoque no es factible de inmediato y puede tomar décadas para probar su viabilidad, como en el caso de Las Gaviotas, son justamente estos esfuerzos pioneros lo que permite que surja la nueva visión.

Desechos

Los datos sobre producción de desechos en el mundo en desarrollo son escasos, pero se estima que los ciudadanos en muchos de estos países producen alrededor de medio kilogramo de desechos municipales al día. Si esta cifra se aplica a la actual población, se generaría un total de 8,4 millones de toneladas de desechos municipales por año en los países en vía de desarrollo. El crecimiento demográfico en sí aumentaría esta cifra hasta 1.400 millones de toneladas en el año 2050. Pero un mundo en desarrollo produciendo tantos desechos *per capita* como los países industrializados hoy produciría 3.400 millones de toneladas de desechos municipales en el año 2050. (Brown y Gardner, 1999:93-95)

La conversión de antiguas plantas de cemento como se está haciendo en Estocolmo (Suecia) y que se está planeando en Colombia y Brasil y estudiando en el Japón, ofrece una de las muchas oportunidades para repensar el problema de los desechos municipales sólidos. Las plantas abandonadas simbolizan los desastres sociales y ambientales. Al mismo tiempo, estas instalaciones que no tienen ninguna utilidad y que incluso son costosas para la industria del cemento, son capaces de convertirse en motores del desarrollo local. Más de 80% de los equipos y de la infraestructura puede ser convertido en unidades para la produc-

ción de compost. Las ciudades ahora tienen una oportunidad para devolver a la agricultura y silvicultura lo que les quitaron en forma de tierras fértiles y productivas. La planta de cemento convertida en planta de compost asegurará que no habrá lixiviación, que se recuperará completamente el exceso de bióxido de carbono, que el CO₂ y el calor podrán ser utilizados para el cultivo de lechugas y tomates a precios competitivos durante todo el año.

Puesto que la mayoría de las plantas de cemento están totalmente equipadas con silos y con muelles para los barcos, el difícil transporte por camión puede ser reducido drásticamente, mientras que el costo de producción del compost puede rebajarse de tal manera que pueda competir perfectamente con los fertilizantes sintéticos. Con una producción potencial diaria de 500 a 1.000 toneladas de compost se asegura el vínculo entre las áreas urbanas y rurales y, lo que es más importante, trae beneficios económicos. Una vez que las ciudades y los empresarios empiezan a convertir las antiguas unidades de producción de cemento, que además contaminan el ambiente, en centros de compost, nos damos cuenta de que el problema ya no es la producción sino más bien el desafío de encontrar compradores en el mercado. El compost es bien conocido pero costoso, y el control de calidad es difícil.

El programa iniciado en Suecia por Rondeco nos muestra el potencial que tienen los desechos municipales sólidos, e identifica cuáles temas relacionados con el problema de desechos deben ser abordados con prioridad. Es claro que no existe una solución inmediata y completa para todo al mismo tiempo, pero algunos problemas de desechos pueden convertirse rápidamente en oportunidades. Por ejemplo, la recogida de los desechos humanos orgánicos en pañales lleva a la búsqueda de una solución de plástico compostable. Simplemente no tiene sentido que la materia orgánica humana sea "desperdiciada" en una combinación de varios plásticos no compostables (PE, PVC, PP) que tienen un proceso de descomposición de varios años. Después de todo, el uso del pañal se limita a unas horas ¿por qué entonces el pañal tiene que resistirse al tiempo durante años? ¿Por qué los agentes colorantes (azul y blanco) tienen que mantener la estabilidad de los colores durante años cuando el pañal estará manchado en cuestión de horas? Parecería ser éste un caso de sobrediseño, una de las razones del mal funcionamiento del patrón de consumo y que causa tanta presión sobre el ecosistema de la Tierra.

Apenas unos meses después del inicio formal del programa de producción de compost de Rondeco en Estocolmo, un grupo de empresarios lanzó al mercado un pañal compostable que cumple perfectamente con los estándares de durabilidad y confort. No es sorprendente que todo este paquete biodegradable después del uso recibió inmediatamente una respuesta entusiasta por parte de los consumidores. Puesto que el contenido es natural y su uso se limita a unas horas, todo el mundo está de acuerdo en que no tiene mucho sentido empacarlo en tres plásticos diferentes que no sólo son demasiado buenos para el propósito sino contaminan durante años. Esta manera de manejar los desechos hace imposible convertir el contenido en compost. Es este cambio en el patrón de producción y consumo lo que se necesita para hacer mover a nuestras sociedades hacia modos de vida sostenibles.

Basado en la misma lógica de la iniciativa de Rondeco, McDonald's en Austria y Suecia, que para muchos es un símbolo de desperdicios y plásticos, inició un programa para remplazar en un periodo de algunos años todos sus materiales no biodegradables en biodegradables. Aunque el costo directo de comprar plásticos biodegradables es considerablemente más alto, el costo global dentro del sistema de todas estas actividades agrupadas es más bajo. Esta conclusión estimulante está basada en un análisis integrado y detallado de los flujos de caja, comparando los costos e ingresos de la inversión, el transporte, el proceso de producción de compost en un sistema basado en el sólo entierro de los desechos, frente a los causados en un sistema de gestión de los desechos sólidos basado en el enfoque sistémico de conversión de plantas de cemento en plantas productoras de compost.

El programa será fortalecido por el hecho de que McDonald's sugerirá incluso que sus proveedores de tomates, papas y lechuga empiecen a cambiar a compost como fertilizante en vez de usar las alternativas sintéticas. Puede usted imaginar a McDonald's volviéndose un agente de cambio, convirtiendo la agricultura en una agricultura orgánica? Con el tiempo McDonald's será un motor detrás de un modelo de producción y consumo que promueve los alimentos cultivados orgánicamente, fertilizados con sus desechos, basado en un sistema integrado que asegura que nada se pierde... Inclusive los camiones que transportan los desechos a la unidad de producción de compost podrían utilizar como energía el gas metano generado en el proceso. En Suecia McDonald's ha empezado a servir leche orgánica! ¿Leche orgánica? ¡Si!

Enfermedades contagiosas

En el último medio siglo hemos sido testigos de éxitos sustanciales en el ámbito mundial en la lucha contra muchas plagas. Las tendencias demográficas predominantes continúan creando un "medio" humano muy denso que atrae infecciones y que es vulnerable a ellas. (Brown y Gardner, 1999:57)

La medicina moderna está enfocada hacia exterminar lo malo. Hasta cuando la medicina tenga este objetivo claramente definido, no logrará detener los ataques repentinos de las enfermedades contagiosas. Ha llegado el momento de cambiar de la exterminación de lo malo hacia el fortalecimiento de lo bueno. Hay muy pocos programas médicos que aseguran que se fortalezca el sistema inmunológico que ha sido debilitado debido a la malnutrición, el estrés, el agua contaminada, etc. Uno de los mayores problemas es nuestra dieta, la cual es inapropiada con grasas excesivas y alimentos sobreprocesados. Un segundo problema es la dependencia creciente de los antibióticos para cualquier tipo de enfermedad, lo cual con el tiempo disminuye la capacidad de nuestro sistema inmunológico para responder autónomamente. Peor aún, nuestra oferta de alimentos está contaminada con una serie de antibióticos que debilita aún más nuestro sistema de protección natural.

Nuestro sistema de alimentación tiene un componente insuficiente de agentes bioquímicos inmuno-moduladores que se encuentran, por ejemplo, en los hongos (*triterpines*, carbohidratos proteínicos), algas (betacaroteno, yodine), aceites vegetales (vitamina E). Nuestra alta dependencia de proteína animal y de pescado no nos ofrece acceso a muchos de estos valiosos componentes. Peor aún, el excesivo procesamiento de los alimentos elimina los nutrientes saludables e indispensables que a veces son agregados nuevamente más adelante bajo la denominación de "fortificantes". La iniciativa de cultivar variedades de hongos moduladores del sistema inmunológico (*Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum*) sobre flujos de desechos agroindustriales nos da oportunidad de incrementar las sustancias naturales que son tan prometedoras en la investigación científica que inclusive podrían ofrecer alguna esperanza a niños huérfanos infectados de sida que viven en colonias en el sur de África.

Una dieta balanceada basada en hongos, algas y aceites vegetales, no solamente fortalece el sistema sino que probablemente reducirá la dependencia de antibióticos. Una de las desventajas del uso regular de antibióticos es la reducción, e incluso la eliminación

de la flora intestinal, hasta tal punto que un gran número de adultos ya no tienen la flora para asegurar una buena digestión. Especialmente la falta de *bifidus* y *acydophyllus* facilita la infección con *E. coli* y salmonela, dos males que no pueden ser combatidos con antibióticos.

El esquema actual de suministro de servicios de salud tanto en el mundo industrializado como en los países en desarrollo es sin duda bien intencionado, pero trae consigo una serie de limitaciones y desventajas que debe sobrepasar si se quiere esperar un cambio en las actuales tendencias negativas.

Educación

Las necesidades de profesores y salones de clase a escala mundial se incrementarán muy lentamente en el próximo cuarto de siglo, y disminuirán después. En la esfera global, se proyecta un crecimiento de la población total en 47% entre el año 2000 y el 2050, pero el número de niños de menos de 15 años disminuirá en realidad en 3% aproximadamente. (Brown y Gardner, 1999:89)

Los actuales métodos de enseñanza son claramente insuficientes para dotar a las personas con las herramientas que requieren para ser autosuficientes en sus necesidades diarias. Un sistema educacional que "expone pero no impone", que "llega pero no enseña" como el aplicado por la fundación ZERI (y otros), ofrece una oportunidad para revertir la actual incapacidad de las escuelas para asegurar la autonomía. El programa piloto de la Fundación en Monfort Boys Town, en Fiji, gradúa niños con una profesión y con capacidad para proveerse su propia comida y energía. Cuando los jóvenes entre dieciocho y veinte años retornan a alguna de las seiscientas islas habitadas de Fiji, ellos y sus familias tienen oportunidad de encontrar confort y calidad de vida en esas remotas áreas, las cuales enfrentan escasez de agua y proteínas de pescado, pero tienen abundancia de sol y playas.

El programa sirve ahora como base de inspiración para el gobierno de Gambia, el cual está muy interesado en sustituir almuerzos escolares financiados con programas que buscan obtener estilos de vida autónomos para niños como una vía para enfrentar la malnutrición. Cuando las agencias de ayuda rechazaron un golpe de Estado en Gambia a comienzos de los años noventa, expresaron su punto de vista cancelando el financiamiento, entre otros, de los almuerzos escolares. El nuevo gobierno que había derribado a un dictador que se hallaba en el poder desde la independencia en los años sesenta, se quedó sin recursos.

Sin embargo, esta crisis ofreció la oportunidad para asegurar una nueva estrategia, la cual no se basa en ayuda sino que se centra en las vías de asegurar la autonomía, empezando con la siguiente generación.

El mismo enfoque ha sido introducido recientemente por la Fundación ZERI en las colonias de huérfanos infectados con el virus de sida en Mutare (Zimbabwe). La estrategia para asegurar que la gente no solamente se gradúe y aprenda a leer y escribir sino que también adquiera la capacidad de autoabastecerse con alimentos, agua, servicio médico, incluso vivienda, en las condiciones más adversas, es probablemente una de las mejores contribuciones imaginables de la educación a las comunidades locales. Para otros es la única salida al creciente dilema de la educación.

Ha llegado el momento de volver a expresar el conocido dicho chino "Enseñe a las personas a pescar, y no morirán de hambre". Desafortunadamente el actual sistema de producción y consumo no es capaz de manejar un aumento tan drástico en la demanda y una distribución tan ineficiente. Por consiguiente, se necesita una nueva máxima como "No dé simplemente alimentos a la gente, no les enseñe sólo a pescar, ayúdele a descubrir lo que tiene y cómo puede convertir lo que aparentemente es nada en algo". Esto puede parecer una creencia religiosa, pero la realidad es que la humanidad no ha descubierto todavía cuán eficiente puede ser la naturaleza y cuán exitosamente puede cubrir sus propias necesidades.

El mejor ambiente para aprender es el desierto. ¿Cómo sobreviven las plantas y los animales en el desierto de Namibia, donde cae lluvia sólo algunas veces en varios años? ¿Cómo puede una planta, la *Welwitschia mirabilis*, sobrevivir, germinar durante sesenta años, ofrecer humedad a rumiantes que mastican sus hojas, y cómo se ha convertido en un símbolo de vida en medio de lo que la humanidad considera la muerte? Cuando entendemos cómo esta planta del desierto puede vivir por más de dos mil años, y comparamos con la forma como la especie humana despilfarró recursos en un mundo de abundancia, entonces podremos, en efecto, mostrar las más rudas condiciones de la naturaleza como una inspiración maravillosa a todos los que estén preocupados por la supervivencia de la Tierra. La naturaleza aprendió a sobrevivir, el estado de muerte absoluta sólo existe después de la aniquilación nuclear, y esta sí es obra del hombre.

Ingresos

La producción económica global, el total de bienes y servicios producidos, creció de seis billones en 1950 a treinta y nueve billones en 1998, expandiéndose casi tres veces más rápidamente que la población. El crecimiento de la producción desde 1990 hasta 1998 superó el crecimiento durante los diez mil años desde el comienzo de la agricultura hasta 1950. Si la economía se expandiera sólo suficientemente para cubrir el crecimiento de la población hasta el año 2050, necesitaría crecer hasta 59 billones. Si la economía continuara expandiéndose en 3% anual, la producción global alcanzaría ciento ochenta y tres billones en el año 2050. (Brown y Gardner, 1999:105-108)

La economía ha estado creciendo a una velocidad cercana al récord. La mala noticia es que la economía, con el actual modelo de producción y consumo, está creciendo más que el ecosistema de la Tierra. Esto se debe al hecho de que tenemos un modelo de producción y consumo que es lineal, enfocado hacia unas actividades comerciales centrales, que desconocen totalmente la necesidad de productividad material tanto en la producción como en el consumo.

Si el modelo económico finalmente llegara a utilizar por completo todas las materias primas, y a organizar en forma de cascada la energía potencial, entonces la economía sería capaz de responder a esta dramática explosión demográfica que de todos modos tendremos que afrontar. Paradójicamente, la única industria que utiliza casi al cien por ciento sus materias primas como las ha suministrado la Tierra, es la industria petrolera y petroquímica. La industria más grande basada en recursos no renovables domina la economía mundial, extrayendo alrededor de cien mil productos de una sola fuente de crudo. Está haciendo uso de sus recursos disponibles de la manera más eficiente.

Si todas las industrias procesadoras pudieran descomponer sus materias primas con la misma eficiencia de la industria petrolera, tendríamos una gran revolución en la productividad, produciendo más bienes y servicios que lo que pudiéramos imaginar, y al mismo tiempo creando millones de empleos (y por tanto, ingresos), haciendo posible responder a la masiva demanda insatisfecha como evidencian los casi mil millones de personas que sobreviven en la pobreza absoluta. Es este incremento de la productividad el que ha de generar los ingresos que permitirán a los pobres comprar los productos que estas biorrefinerías produzcan.

Empleo

Desde mediados del siglo, la fuerza de trabajo del mundo ha sido más que duplicada, de mil doscientos millones de personas a dos mil setecientos millones, excediendo el crecimiento en la creación de empleos. Como resultado de esto, la Organización Internacional del Trabajo, de las Naciones Unidas, estima que cerca de mil millones de personas, aproximadamente una tercera parte de la fuerza laboral global, están desempleadas o subempleadas. En el próximo medio siglo, el mundo necesitará crear más de mil setecientos millones de empleos sólo para mantener los niveles actuales de empleo. (Brown y Gardner, 1999:53)

El desafío de la creación masiva de empleo es imposible de resolver si se mantiene el actual modelo de producción dominado por las estrategias comerciales y la productividad del trabajo y del capital exclusivamente. Si uno está dispuesto a aplicar los fundamentos de la economía y perseguir tan insistentemente la productividad de las materias primas como la del trabajo, entonces uno puede esperar un cambio masivo en la generación de empleo. El concepto de ZERI lleva a creer que es perfectamente posible generar más empleo mientras que aumenta la productividad de las materias primas.

La lógica ha sido evaluada a escala microeconómica. Pero tiene que ser más desarrollada en el ámbito macro; sin embargo, la esencia está clara. Si el cervecero utilizará todo el grano procesado para hornear el pan, se generaría más empleo sostenible con la generación de valor agregado que cuando el grano procesado es transportado simplemente por camión al relleno sanitario o a una finca ganadera. Este pan compite y sustituye la producción de pan de granos frescos importados, pero por el otro lado, su producción estará disponible especialmente en África y América Latina a costos más bajos y con mayor eficiencia, es decir, el pan estará ahora disponible para la gente cuyo ingreso no alcanzaba para comprar el grano importado.

¿Cuántos empleos podrían generarse si todas las cervecerías de África aplicaran este concepto? ¿Cuántos empleos podrían crearse si todos los proyectos de reforestación también se dispusieran a producir y embotellar agua potable? ¿Cuántos empleos adicionales serían factibles si se utilizaran los desechos del café como sustrato para la agricultura? ¿Cuánta gente podría tener trabajo y ser pagada cuando se garantizara vivienda social y sostenible con materiales de construcción locales?

El desafío de mil setecientos millones de empleos adicionales es masivo, pero las oportunidades que

surgen de la conversión de desechos y maleza en insumos productivos pueden entenderse fácilmente.

Conflictos

A través de la historia el crecimiento demográfico ha ocurrido junto con rupturas socioeconómicas y políticas para sobrepasar situaciones inestables. El crecimiento demográfico hace las cosas más precarias. (Brown y Gardner, 1999:97).

La Fundación ZERI está trabajando activamente en una de las sociedades más violentas del mundo: Colombia. Aunque el país está en una clara crisis social, económica y ambiental, es también la nación donde, según Paul Brown, del periódico *The Guardian*, "una revolución medio ambiental está en curso". Esta nación desgarrada por una guerra interna es quizá el país donde más esfuerzos se están haciendo para convertir el actual modelo económico ineficiente en un sistema de producción y consumo del cual el mundo podría aprender. Es aquí donde la fundación ZERI espera cimentar las bases para el próximo gran desafío de la humanidad: pasar de una sociedad caracterizada por desechos e injusticia, a una comunidad que adhiera a cero emisiones y cero desperdicios, pero también a una sociedad que promueva cero conflictos.

De la misma manera en que la producción de desperdicios es una señal de vida, el conflicto es una condición humana muy normal. La producción de desperdicios no es un problema; la manera a través de la cual convertimos lo que se considera desecho para uno en un recurso para otro a través de la agrupación de actividades, es nuestro verdadero desafío. Utilizando la misma lógica, no es un problema el hecho de que los individuos y las sociedades tengan conflictos entre ellos, el problema es cómo utilizar la energía generada en circunstancias conflictivas para llevar nuestro nivel de entendimiento y cooperación hacia nuevas y fructíferas sociedades. La fundación ZERI no prescribe una sociedad sin desechos ni conflictos, sugiere que todos los desechos y conflictos se utilicen para conducir nuestra evolución hacia una comunidad justa y sostenible.

La comunidad creada por el Centro de Investigación Ambiental Las Gaviotas, en la parte oriental de Colombia, no solamente opera en un área muy degradada ecológicamente; se encuentra en un área hostil a sus habitantes, en primer lugar por la falta de agua potable de calidad. La mala calidad del agua es responsable de 70% de las enfermedades, sobre todo de tipo gastrointestinal. Pero sabemos muy bien que con la sola excavación de un pozo de agua no estamos ofre-

ciendo una solución duradera; se necesita un nuevo modelo de producción que prevé la generación de agua potable para una gran comunidad. Esta región es también el terreno del conflicto entre la guerrilla, el ejército y los grupos paramilitares. Es una zona donde las fuerzas armadas, mezcladas con el narcotráfico, vuelven peligroso cualquier viaje. Sin embargo, es exactamente allá donde una nueva sociedad autosostenible está emergiendo. Es un laboratorio vivo para ideas que nunca podrían surgir en una comunidad pacífica en Escandinavia, pero que ofrecen una base importante de inspiración sobre cómo evolucionar hacia una sociedad de cero conflictos que -nuevamente- no pretenda estar sin conflictos, pero que gracias al manejo creativo de ellos progresa hacia una sociedad que tiene como prioridad el bienestar de todos.

Nuestro manejo innovador del conflicto se simboliza a través del transporte en bicicleta. Si alguien utilizara un automóvil 4x4 en el Vichada, la guerrilla apuntaría a él. Y si la guerrilla no le apuntara, los paramilitares estarían convencidos de que el propietario colabora con la guerrilla y por eso podrían matarlo. El ejército pensaría de la misma manera. Conducir la bicicleta constituye entonces un símbolo de una sociedad no violenta, puesto que ni la guerrilla ni los paramilitares están interesados en manejar bicicletas, no les apuntarían y por consiguiente dejaría a esta isla en paz, en medio de la violencia.

Los altiplanos colombianos han prosperado gracias a la economía cafetera, y han seguido siendo un área de desarrollo estable. Pero con la caída de los precios del café en 17% estimado al final de los años noventas, y con una creciente presión sobre el uso de la tierra debido a la explosión demográfica, existe un peligro real de que las regiones que se mantuvieron estables por mucho tiempo puedan caer en la insurgencia. Por esta razón se están haciendo esfuerzos especiales de manera paralela: uno en Vichada, donde la violencia ya es rampante, y uno en las áreas donde se espera que nunca caerán bajo la agresión. El factor determinante es simple: responder a las necesidades urgentes de la gente en términos de alimentos, agua, servicios de salud, vivienda y empleo, y eliminar algunos de los símbolos llamativos de riqueza.

Productividad

El libro del Instituto Worldwatch *Beyond Malthus* no discute ni monitorea la "productividad". Este parámetro es considerado como crítico en el marco del con-

cepto de ZERI en cuanto a la capacidad de la humanidad de responder a las necesidades continuamente crecientes de la población en materia de alimentos, agua, vivienda, servicios de salud, energía, ingresos y empleo. A menos que la producción y distribución de bienes y servicios sea más eficiente, el *homo economicus* no logrará enfrentar su más importante desafío.

La productividad ha aumentado de manera constante, independientemente del sistema de medición escogido, durante los últimos cien años. Pero la mayor debilidad en las iniciativas y mediciones de la productividad es su enfoque casi exclusivo hacia la productividad del trabajo y del capital, y el abandono casi total de la productividad de materias primas. El club factor 4/10 es el primero en expresar su dedicación a la necesidad de producir más valor (de cuatro a diez veces) con el mismo volumen de materiales. Esto se considera factible a través de la introducción de valor incrementando la intensidad del servicio incorporado en el producto, como diseño y distribución más rápidos. Aunque este es un enfoque muy valioso, hay necesidad de ir más allá de la producción de bienes que incorporan servicios; existe necesidad de asegurar un programa de productividad que apunta con el mismo vigor hacia los tres principales factores de producción en la economía: trabajo, capital y materias primas.

Una dedicación sistemática a la productividad laboral puede, por supuesto, dar a las empresas un mayor retorno sobre inversión, un mejor flujo de caja y sobre todo una posición competitiva más fuerte. Lo mismo se aplica a la productividad del capital. Cuando se puede reducir el tiempo de producción y acelerar la introducción de nuevos modelos, el capital estará mejor utilizado reduciendo así la necesidad de capital de trabajo y mejorando la *ratio* deuda/capital, y como resultado se podrá ofrecer un mejor retorno a los accionistas.

La misma lógica es válida para la productividad de materias primas. Ninguna empresa puede permitirse utilizar solamente 10% de su fuerza laboral. Pero la misma empresa considera normal que sólo 10% o incluso menos, de sus materias primas adquiridas termine en el producto final. Menos de 10% de los pigmentos se pegan a las fibras de textiles, el resto termina en el agua de desecho. Menos de 3% de la bauxita termina en el aluminio, el resto se considera desperdicio, y esta lista podría continuarse en muchas páginas y páginas.

El desafío que enfrenta la industria es que la productividad laboral debe hallarse dentro de la planta, en el área de producción, administración y ventas. La productividad del capital debe alcanzarse a través de una mejor cooperación dentro de la compañía y con los proveedores y compradores. El incremento de la productividad material no puede encontrarse dentro de la industria, sólo los procesos orientados hacia una producción más limpia pueden ser identificados allí. La reutilización de los desechos de un proceso en la generación de valor en otros procesos (por ejemplo, la conexión entre la cervecería y la panadería), puede hallarse solamente vía la agrupación de sectores que hasta épocas muy recientes no tenían nada en común.

Es por eso por lo que el sistema actual de gestión, basado en negocios muy específicos, encuentra difícil imaginar cómo aplicar este concepto efectivamente. La única plataforma industrial en el mundo capaz de adoptar rápidamente tal concepto de gestión es la japonesa. Después de todo, existe una estructura de *keiretsu* que consiste en industrias complementarias no competitivas. Por consiguiente, el cambio a un programa de productividad total que incluye trabajo, capital y materias primas se adapta muy bien al sistema industrial japonés.

Por eso se espera que el Japón y las naciones en desarrollo, el primero debido a la tradición de búsqueda de productividad como herramienta de competitividad, y las segundas debido a su premura en responder a las necesidades más indispensables de su población, inicien la implementación de un nuevo modelo de producción y consumo que está basado en el concepto ZERI de eliminación de desechos y la utilización al máximo de todos los recursos locales posibles con el objetivo de generar ingresos y empleo.

Conclusiones

El actual modelo económico es incapaz de responder a las necesidades de la población mundial porque simplemente no aplica su propia teoría. El enfoque singular hacia la productividad laboral y de capital mientras se está desperdiciando de manera masiva y miope los recursos naturales, es difícil de entender. Los economistas y los administradores muestran un estado avanzado de "*homo non sapiens*", personas que simplemente no parecen saber responder a las necesidades de la gente con los recursos disponibles.

El cambio en la estructura de la producción y del consumo es el mayor desafío. No es nada menos que



un rediseño de la economía, un verdadero desafío de reingeniería. La producción de bienes y servicios adicionales debe ir de la mano de la creación de valor agregado, que lleve a la generación de ingresos y empleos. Dado que existe un desempleo masivo y que hay incomparables necesidades insatisfechas, el mundo tiene una oportunidad única para diseñar y evolucionar hacia un sistema de producción que sea capaz de responder a las necesidades de la gente. El concepto de la biorrefinería propuesto por el Dr. Carl-Göran Hedén es central en esta conversión del modelo económico.

Es claro que no podemos apoyarnos en una entidad central, un cerebro inteligente que sea capaz de

imaginar esto para cada uno en cualquier parte del mundo. El modelo de producción que debemos instalar tiene que darse con base en unos principios simples de la naturaleza: "todas las cosas y cualquier cosa que vive crea desperdicios, pero ningún desperdicio se desperdicia". Cualquier cosa que no sea útil para uno es un insumo para otro, y como tal el sistema se regenera gracias al insumo permanente de la energía solar. Éste ofrece las condiciones básicas que permiten aliviar la pobreza en primera instancia, y después aumentar la calidad de vida.

La implementación rápida y exitosa de este nuevo modelo de producción y consumo depende, en primer lugar, de una penetrante descentralización de la producción, la distribución y la toma de decisiones. Si se emula el modelo de la naturaleza, entonces innumerables ineficiencias que están incorporadas al actual sistema centralizado serán eliminadas. Se generarán empleos locales e ingresos, y los problemas de desechos masivos que dominan las concentraciones de personas se evaporarán gradualmente.

El enfoque hacia la productividad total (trabajo, capital y materias primas) nos permite imaginar una economía que genera más empleos, más ingreso, más productos, mientras reduce los desechos a cero. Este es el modelo socioeconómico del siglo XXI. No implica una revolución en la teoría económica; espera solamente la aplicación de lo que Adam Smith visualizó tan claramente hace más de dos siglos.

Referencias

- Brown, Lester y Gardner, Gary (1999), *Beyond Malthus: Nineteen Dimensions of the Population Challenge*, Norton Press, Nueva York.
- Pauli, Gunter (sd), *Breakthroughs: What Business can Offer Society*, Londres.
- Pauli, Gunter (1998), *Upsizing: The Road to Zero Emissions - More Income, More Jobs and Zero Pollution*, Greenleaf Publications, Londres.
- Smith, Adam (1776), *The Wealth of Nations*.