



Capítulo 6

DESARROLLO HUMANO

Desafíos y propuestas para el Trabajo Social



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE TRABAJO SOCIAL

FONDO EDITORIAL 2003

Primera edición: enero de 2003

*Temas de Desarrollo Humano.
Desafíos y propuestas para el Trabajo Social*

Copyright © 2003 por el Fondo Editorial de la
Pontificia Universidad Católica del Perú
Plaza Francia 1164, Lima 1
Teléfonos: 330-7410
Telefax: 330-7411
E-mail: feditor@pucp.edu.pe

Cubierta: Edgar Thays
Impresión: Editorial e Imprenta DESA S.A.

Derechos reservados, prohibida la reproducción de
este libro por cualquier medio total o parcialmente,
sin permiso expreso de los editores.

Depósito Legal: 1501052003-0242
ISBN: 9972-42-523-1

Impreso en Perú - Printed in Peru

CERO EMISIONES UNA ALTERNATIVA PARA EL SIGLO XXI

*Alejandro Betancur Uribe**

Resumen

El deterioro ambiental y los altísimos niveles de contaminación generados por los actuales sistemas de producción constituyen, sin duda, el principal problema que hoy enfrenta la humanidad. El concepto ZERI (*Zero Emissions Research and Initiatives*) fue concebido por el economista belga Gunter Pauli y lanzado por el Rector de la Universidad de las Naciones Unidas en Tokio doctor Heitor Gurguliano de Souza en 1994 y a través de la fundación ZERI. Esta fue creada para lograr que, en las empresas, la producción se realice sin dejar ninguna forma de desecho, de tal manera que todas las entradas sean utilizadas en el producto final o convertidas en materias primas con valor agregado para otras industrias. Este artículo muestra la importancia de la implementación del concepto *cero emisiones*, al tiempo que describe algunos procesos productivos de empresas que ya lo aplican o lo están implementando.

1. INTRODUCCIÓN

Parece ser que las personas que en la actualidad habitamos el planeta tierra hemos olvidado que este lugar lo hemos heredado

* Coordinador del Área de Proyectos de GAZE Medellín.

de nuestros padres y abuelos, y que es nuestra responsabilidad que sea habitable para nuestros hijos y nietos. La tecnología se está desarrollando a una velocidad arrolladora y con ella se incrementan, día a día, los índices de contaminación. Es tanta la magnitud del problema que se ha llegado a lanzar consignas tan absurdas como «el que contamina paga». Esta forma de pensar y de actuar no lleva a una solución real de un problema que, aunque lo ignoremos, es vital para la humanidad. Lo que se necesita es que las empresas y la humanidad en general tomen conciencia y vean la importancia de producir sin generar desechos. Este objetivo puede ser visto como una utopía, pero no lo es tanto. En el mundo, ya existen muchas empresas trabajando bajo el concepto *cero emisiones*, que no es otra cosa que producir sin generar desechos o, en el caso de que se generen, utilizarlos como materias primas en otros procesos o industrias.

Esta nueva forma de producción *cero emisiones* permitirá a la humanidad utilizar, en el presente, los recursos naturales de tal forma que no se vea comprometida la posibilidad de las generaciones futuras de disfrutar de los mismos recursos y que se permita un desarrollo sostenible, la creación de nuevas empresas con tecnologías innovadoras, la generación de nuevos empleos y la eliminación de la contaminación.

Dicho fin no es posible bajo la visión de los modelos productivos actuales; para ello, es necesario un nuevo enfoque basado en el campo de la producción y los usos de la biomasa (100% de la planta) que es lo que ofrece el concepto ZERI (*Zero Emissions Research and Initiatives*). Este plantea la idea de que el hombre debe aprender de la naturaleza, en la que el desecho de una actividad es utilizado como materia prima para otra.

2. CERO EMISIONES:

UNA ALTERNATIVA PARA EL SIGLO XXI

Medellín, el lugar donde vivo, es una hermosa ciudad de Colombia, ubicada en un valle rodeado de montañas. Hace algún tiempo decidí subir a ellas para contemplar la ciudad desde allí. En el camino, tuve la suerte de observar gran variedad de aves y mariposas de todos los colores y en las más creativas combina-

ciones, así como variedad de plantas que despedían olores dulces y suaves, cerraban sus hojas al tocarlas y cautivaban con sus encantos para atraer insectos al observador. La belleza y el deleite fueron indescriptibles; algunos de esos animales y plantas no los he visto en ninguna otra parte del mundo.

Durante mi ascenso permanecí extasiado. Cada vez que volteaba la mirada, me encontraba con algo sorprendente que llamaba mi atención, algo que quisiera mostrar a mis hijos y compartir con ellos.

Al llegar a la cima, noté que allí el cielo era diferente, más azul, más brillante, con algunas nubes blancas. Busqué el punto más elevado para visualizar mejor la ciudad, pero en ese momento se me nubló un poco la vista. Traté de enfocarla, pero todo esfuerzo era en vano; no lograba ver claramente. Me tomé unos minutos y, al final, descubrí que había una nube gris sobre la ciudad que no permitía verla bien. Me di vuelta para tratar de observarla desde otro ángulo, pero me encontré con una enorme chimenea de la que emanaba gran cantidad de humo del mismo color de aquella nube. Seguí buscando con mis ojos la belleza que había visto en el camino, pero cada vez encontraba más chimeneas.

Aquella nube no era otra cosa que una capa de polución que se había posado sobre la ciudad, contaminación emanada por fábricas y vehículos. En ese momento, pensé: «¿Cuál sería la reacción de otras personas de mi ciudad si tuvieran la oportunidad de subir a esa montaña, disfrutar toda la belleza que a su paso los recibe durante el ascenso para llegar a la cima y encontrarse con que la ciudad desaparece detrás de toda aquella contaminación?».

Luego, sin darme por vencido, miré hacia el otro lado de la montaña, donde se ubica una zona campestre, y busqué aquella belleza que había descongestionado mi mente y mis pulmones mientras exaltaba todo en mi interior. La encontré. Tenía mis ojos fijos en el horizonte; todo estaba cubierto de pastos sobre los que reposaban hermosos bosques en múltiples tonalidades de verde, donde el sol se reflejaba sobre cada rama y sobre cada hoja. Recorrí con mis ojos todo ese panorama desde el horizonte hasta donde estaba parado, pero al llegar a la base de la montaña me encontré con algo aun más aterrador que la contaminación sobre la ciudad, una montaña de basura. Se veían camiones descargando más y más basura. Se trataba del relleno sanitario

de la ciudad; a su alrededor, solo se veía pobreza y podredumbre. Allí también había animales, pero no como los que había en el camino hacia la cima. Estos estaban muertos; era una zona de inmensa desolación.

En ese momento, tuve una visión que hizo rodar lágrimas por mis mejillas; pensé en mis hijos y en las generaciones que vendrían después de ellos. Conté los camiones que llegaban al relleno; hice algunas operaciones elementales (sumas y multiplicaciones) y me di cuenta de que, en unos 700 u 800 años, la cantidad de basura depositada en ese relleno sería tal que habríamos levantado una montaña tan alta como aquella en la que estaba parado y, además, habríamos tenido que llenar el valle donde se encuentra mi ciudad.

Esta conciencia permitió que me diera cuenta de que si seguimos contaminando como lo hemos hecho hasta el día de hoy, no habrá futuro para las próximas generaciones. Tal vez dejemos algo a nuestros hijos, pero ¿qué pasará con los hijos de nuestros hijos y con sus hijos? Ellos no tendrán la fortuna de conocer toda esta biodiversidad que hoy aún nos queda; ellos solo podrán ver basura a su alrededor, solo conocerán los animales del relleno.

El futuro para nuestros hijos y sus hijos depende de que la humanidad aprenda a tiempo de la naturaleza, en la que el desecho de una actividad es materia prima para otra, «la única especie capaz de generar desechos es la especie humana, ninguna otra en la naturaleza es capaz de producir algo que nadie más desea».

Necesitamos, urgentemente, un nuevo paradigma en el que la sociedad sea creativa, y las industrias imiten la naturaleza. «Para esto solo se le pide a la humanidad que no espere que la tierra produzca más, sino que aprenda a hacer más con lo que la tierra produce hoy». De esta forma, aseguraremos un desarrollo sostenible, crearemos nuevas empresas, originaremos nuevos empleos y generaremos CERO CONTAMINACIÓN. En otras palabras, eliminaremos el concepto de desecho, aumentaremos la productividad y reactivaremos la economía, todo al mismo tiempo.

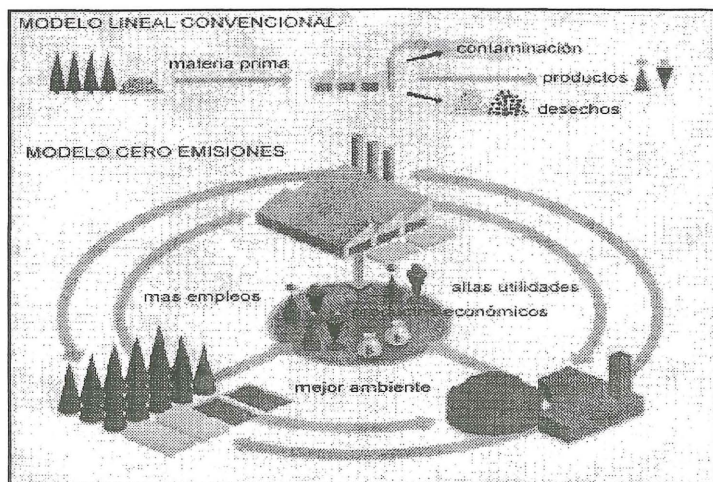
Más del 90% de la biomasa de las materias primas constituye un desperdicio en los actuales procesos de producción. La producción de la cerveza solamente utiliza el 8% de los nutrientes de la cebada; la producción de detergentes *ecológicos* extrae ácidos grasos de la palma de coco que representan únicamente el 4% de la biomasa de la planta; la producción de azúcar solo utiliza el

17% de la biomasa de la caña. El resto de las materias primas que la industria no utiliza son los llamamos DESECHOS. Es aquí donde adquiere relevancia la idea de que la industria y la sociedad deben aprender de la naturaleza, en la que el desecho de una actividad se convierte en **materia prima de otra**. Para lograr este fin, se necesita buscar aplicaciones en otras industrias y usos en diferentes actividades; y se necesita la formación de equipos multidisciplinarios que hablen y entiendan el lenguaje de la biomasa y de la biología. De esta manera, tendremos nuevas industrias, nuevos procesos, más empleo, más alimento y CERO CONTAMINACION.

La visión es clara; las metodologías están disponibles; y los diferentes proyectos pilotos montados alrededor del mundo han demostrado que es posible.

En Namibia (África), se montó la primera cervecera bajo el concepto *cero emisiones* en el mundo y, en la actualidad, ya no se habla de una cervecera sino de un conglomerado de empresas que utilizan los desechos de una actividad como materia prima para otra actividad o empresa. El ciclo de dicha cervecera en la utilización de desechos se describe más adelante.

PARALELO ENTRE EL MODELO CONVENCIONAL DE PRODUCCIÓN Y EL MODELO CERO EMISIONES



Fuente: 1er diplomado ZERI Medellín - Colombia 1998

El objetivo de *cero emisiones* es lograr que todas las entradas de materias primas en una empresa sean utilizadas en la producción o sean convertidas en ingredientes con valor agregado para otra industria. Se trata de lograr así que subproductos sin valor para una industria se conviertan en entradas con valor para otras. Este fin se logra, únicamente, agrupando diferentes actividades industriales. Las metas que se consiguen son las siguientes: generación de nuevos productos y servicios a precios competitivos, creación de nuevos empleos y eliminación de efectos adversos sobre las personas y el medio ambiente.

Cero emisiones es la aplicación última de la producción limpia y la forma más avanzada de las 3 R (Reducir-Reutilizar-Reciclar). A estas se adicionan otras 3 R que son: Recuperar-Rediseñar-Reformular. De esta manera, se forman las 6 R.

El concepto ZERI representa un cambio total en cuanto a la concepción del conocimiento lineal aplicado al desarrollo. Más de 4000 científicos se dan cita permanentemente a través de la Internet para conformar un grupo interdisciplinario dedicado a lograr la meta *cero emisiones*. La Academia de Ciencias de la China, la Real Academia Sueca de Ciencias, la Sociedad Japonesa de Promoción de la Ciencia y el Instituto de Ciencia Industrial, dependiente del ministerio de Educación, Ciencia, Cultura y Deporte del Japón, son algunos de los centros científicos involucrados en esta nueva disciplina del conocimiento.

La agrupación de actividades industriales y las lecciones dictadas por la naturaleza, en la que el desecho de una actividad es elemento vital para la realización de otra, suponen un modelo de producción circular como el que se muestra en la gráfica anterior. En ella, los desechos de una industria sirven como materia prima en otras actividades con la condición de generar valor agregado para que, de esta forma, la reutilización, en términos de costos, resulte rentable.

3. CASOS CONCRETOS

La disponibilidad de alimentos será uno de los problemas más críticos que tendrá que afrontar la humanidad del siglo XXI, debido al agotamiento de fronteras para la *revolución verde* en términos de ruptura de equilibrios ambientales y agotamiento de los suelos agrícolas por eliminación de las capas orgánicas y por adicción a los agroquímicos. Por este hecho, «la segunda revolu-

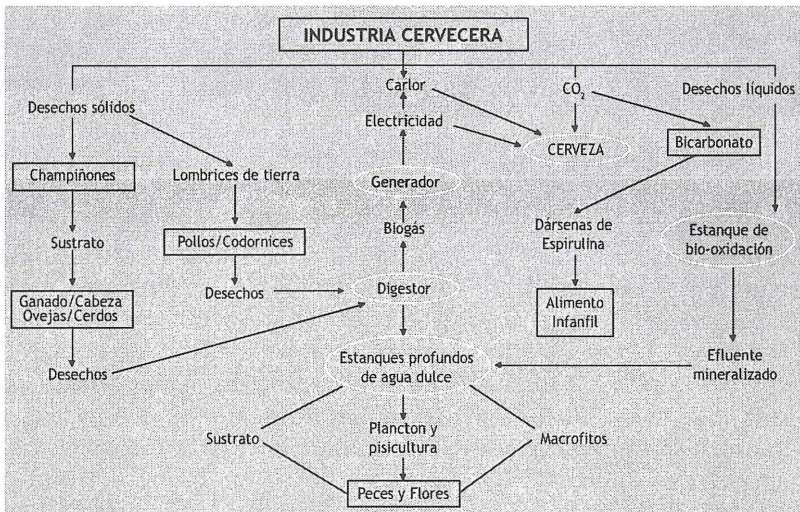
ción verde no puede hacerse bajo el concepto de esperar a que la tierra produzca más sino bajo el precepto de que hay que aprender a hacer más con lo que la tierra produce hoy». Sobre la base de este supuesto, las primeras aproximaciones *cero emisiones* están dirigidas a la agricultura, al aprovechamiento sostenible de la biodiversidad global, a la agroindustria y a la transformación de cualquier tipo de desechos orgánicos. Estos últimos componen la mayor parte de la masa contaminante en el ámbito mundial.

Otros problemas que afronta la humanidad, actualmente, son la explosión demográfica, la pobreza, el desempleo, el hambre, la salud, la degradación del medio ambiente, la deuda externa, la desintegración de la comunidad y la violencia, entre otros.

El instituto ZERI realiza una investigación práctica que busca satisfacer las necesidades de agua, alimento, energía, empleo y vivienda de los seres humanos a través de un desarrollo sostenible por medio de la aplicación de la ciencia y la tecnología, e involucrando a los gobiernos, a los empresarios y a las instituciones científicas.

A continuación se describen algunos casos concretos que demuestran la versatilidad e importancia de la implementación del concepto *cero emisiones*.

INDUSTRIA CERCERA CERO EMISIONES



Fuente: 1er diplomado ZERI Medellín - Colombia 1998

El ciclo del proceso *cero emisiones* que aparece en el gráfico y que fue montado en Namibia para la industria cervecera se inicia con la utilización de la cebada de desecho como sustrato para el cultivo de champiñones originarios de la región. De esta forma, en este primer proceso, se utilizan tecnologías sencillas de fácil implementación que generan empleo. Después de unas tres cosechas, este sustrato es desecho para el cultivo de hongos, pero, también, es excelente alimento para animales. Estos últimos, a su vez, producen desechos orgánicos utilizados como materia prima para un biodigestor que produce gas con el que se alimenta un generador que produce electricidad que se utiliza en las empresas allí presentes. Este ciclo, evidentemente, disminuye costos. El biodigestor produce desechos sólidos que se utilizan como compost para mejorar el suelo y fertilizar los cultivos, y desechos líquidos que mediante un proceso de aireación y filtrado se adhieren al agua de desecho de la cerveza y de otras industrias, y se utilizan en el cultivo de peces que sustituyen así los concentrados, pues el efluente proveniente del biodigestor facilita el crecimiento de algas suficientes para una buena alimentación y conversión.

4. LAS GAVIOTAS

El centro de investigación ambiental *Las Gaviotas*, fundado y dirigido por Paolo Lugari, en el departamento del Vichada en el Oriente de Colombia, es el principal caso de desarrollo sostenible del planeta y brinda una de las más avanzadas aplicaciones de la ciencia generativa y el concepto *cero emisiones*. *Las Gaviotas* busca responder a la necesidad de asegurar el servicio de salud para la población indígena de la región, al mismo tiempo que desea reforestar para capturar el CO₂.

Mientras que Colombia enfrenta una de las crisis sociales más dramáticas de su historia, este ambiente sociopolítico ha dado lugar a un nivel de iniciativa e innovación del cual el mundo debe aprender. *Las Gaviotas* estableció originalmente su camino con el desarrollo de energías renovables. El uso del viento para bombear agua, el uso de energía solar para calentarla, la generación de electricidad con base en pequeñas caídas de

agua, entre otros, demostraron pronto que los ingenieros e ingeniosos que trabajan en este centro de creatividad tenían soluciones que podían ser aplicadas. Estos proyectos pasaron pronto de la fase piloto a la aplicación industrial. Probablemente, la más grande aplicación de la energía solar para el calentamiento de agua en vivienda social en el mundo ha sido realizada en Bogotá y sin asistencia técnica ni ayuda financiera internacional. Fue el resultado de la iniciativa conjunta de *Las Gaviotas* y el Banco Central Hipotecario de Colombia (BCH).

El entonces presidente del BCH, Mario Calderón Rivera, demostró que no solo poseía visión acerca de cómo la vivienda social podía realmente beneficiar a los pobres sino también una visión global del problema al incluir, deliberadamente, las energías renovables en el compromiso del gobierno.

Durante los años en que Mario Calderón Rivera dirigió los programas del BCH, se construyeron 10 000 apartamentos equipados con calentamiento solar de agua. Se proporcionó energía barata, limpia y se generó empleo. Los sistemas son de alta calidad y, 15 años después de su instalación, aún continúan operando con similar eficiencia y confiabilidad.

Los proyectos realizados por *Las Gaviotas* demostraron que, en muchos casos, las energías renovables son la única alternativa viable para el desarrollo económico y social de áreas rurales y urbanas, y que esta es efectiva en costos y ahorra dinero.

La introducción de la estufa solar, que opera a escala semi-industrial sobre la base de la recirculación térmica de aceite de semilla de algodón a altas temperaturas, fue otro desarrollo importante, ya que ofrece, en lugares aislados como un hospital en el campo o un hotel rural, la posibilidad de preparar comidas tres veces al día sin utilizar electricidad, madera, diesel, carbón mineral o vegetal, como ocurre generalmente.

La capacidad de *Las Gaviotas* para integrar agendas en soluciones sostenibles para el mundo en desarrollo quedó plenamente comprobada con la construcción de un hospital autosuficiente en la región del Vichada, en medio de la nada y a dos días de viaje por carretera de la capital del país. El equipo de Paolo Lugarí diseñó y construyó un hospital capaz de brindar a los pacientes y al personal unas instalaciones que producen su propia energía, destilan su propia agua, preparan alimentos producidos

localmente, reducen la humedad en la sala de cirugía, y proporcionan aire acondicionado natural a las demás salas con base en un diseño bioclimático y un área especial de recuperación con hamacas para los pacientes indígenas, para quienes resulta muy incomodo llevar la convalecencia en una cama moderna con sábanas blancas.

El diseño es imaginativo, la tecnología sencilla, las aplicaciones prácticas y los costos de construcción y funcionamiento menores que en cualquier otro hospital. Los paneles solares en el techo del hospital demuestran lo fácil que es destilar y purificar el agua sin necesidad de utilizar fuentes no renovables de energía. La energía solar calienta el aceite (semilla de algodón) en un tubo al vacío hasta una temperatura de 180 grados centígrados y proporciona, de esta manera, suficiente calor para preparar alimentos para todo el hospital tres veces al día. Casi todos los alimentos son producidos en la huerta local. Dado que las familias indígenas acompañan al paciente en el hospital para ayudarlo y animarlo durante su recuperación y, además, traen hierbas medicinales locales y sus alimentos preferidos, se ha destinado un terreno para que todo esto se siembre y se cultive cerca del hospital. Este hecho ha generado que ahora *Las Gaviotas* posea un jardín botánico y un museo de historia natural con una gran riqueza de conocimientos de las tribus de la región.

El Vichada, una región sin infraestructura y carente durante décadas de cualquier iniciativa para generar empleo, fue el lugar en el que Paolo decidió unir varias agendas. El éxito, según Paolo, depende de un enfoque integrado en el que se reúnen las disciplinas en vez de separarse, con un manejo de sistema abierto de certezas e incertidumbres, y de la capacidad de generar valor agregado en el proceso. La unión de agendas, la agrupación de actividades y la creación de valor, unidas a un entusiasmo permanente, son los componentes críticos de esta historia de éxito.

Las Gaviotas también se ha comprometido con el programa de reforestación más importante jamás iniciado en Colombia. Colombia es uno de los mayores proveedores de oxígeno para el mundo, pero está destruyendo su capacidad regenerativa. Esta destrucción se debe a que se está talando el bosque primario a una tasa de 650 000 hectáreas por año. La reforestación, ade-

más de ser una forma de aumentar la capacidad de la tierra para fijar CO₂, también responde a las necesidades de recuperar la biodiversidad perdida.

Sembrar árboles en el Vichada es un gran reto. Es una zona sin carreteras ni infraestructura, a 500 kilómetros de la capital, con un suelo muy ácido (pH4) y con condiciones extremas en el verano (cuatro meses seguidos con temperaturas superiores a los 30 grados centígrados). Estas condiciones, obviamente, limitan la supervivencia de los árboles en su período inicial de crecimiento. Un cuidadoso análisis demostró que la especie más apropiada para esas condiciones era el pino Caribe, y, después de 2 años de cultivo, *Las Gaviotas* comprobó que esta especie de pino tropical, con la ayuda de la micorriza, fertilizante biológico que se ha utilizado por años en *Las Gaviotas*, era la más adecuada para estas severas condiciones climáticas.

Para el año 2000, *Las Gaviotas* habrán sembrado cerca de 11 000 hectáreas. Durante el proceso, se han obtenido ciertos resultados sorprendentes e inesperados; Los pinos protegen el suelo del sol ardiente, y la continua caída de agujas (hojas del pino) permite la regeneración de una rica capa de humus. Esto último ha mejorado el PH aumentándolo de 4 a 5, lo que, a su vez, ha facilitado el crecimiento de muchas otras especies vegetales diferentes al pino y que, en algunos casos, lo superan en diámetro y altura.

Cuando se supo que el pino Caribe había sido seleccionado para la siembra, se produjeron muchas reacciones en contra que argumentaban que la región se vería cubierta por una sola especie y que *Las Gaviotas* iba a introducir los monocultivos como una norma. Esta opción fue considerada una decisión no ecológica, pero la naturaleza es más sabia: la protección contra el calor, el nuevo humus, y la lenta mejoría en el nivel de acidez del suelo regeneran la biodiversidad del suelo; los insectos y el viento transportan semillas desde pequeños bosques cercanos y el resultado, según el último conteo botánico, ha sido que ahora existen allí más de 250 especies vegetales diferentes. Este logro no se puede hallar en ningún otro lugar de la sabana. Además, se ha encontrado microorganismos, insectos, aves, mamíferos y todo tipo de animales del trópico bajo.

El pino Caribe, además de ser resistente a la acidez del suelo y servir para la reforestación, también es productivo; alcanza

la madurez entre los 8 y los 10 años y rápidamente produce una oleorresina que se convierte en colofonia, la cual es una materia prima importante para la fabricación de pinturas naturales, lacas, barnices, encolantes, papel periódico y cartón, entre otros. Colombia importa, actualmente, 4 000 toneladas de colofonia por año de Honduras, México y China. Esta tiene un costo de entre 1 000 y 1 200 dólares por tonelada. *Las Gaviotas*, con una producción aproximada de 30 toneladas mensuales promedio, ha dado respuesta a los retos de generar valor agregado y proporcionar empleo para los indígenas de la región.

La búsqueda de mayor valor agregado trae innovaciones consigo. El empaque de la colofonia solía ser complejo y pesado; los trabajadores de *Las Gaviotas* diseñaron un empaque de cartón corrugado con un agujero en el centro. Este permite el fácil llenado de la caja plegada con la colofonia caliente, recién salida del proceso de destilación.

El proceso de producción de la colofonia en *Las Gaviotas* tiene como objetivo *cero emisiones*. Todas las bolsas de polietileno, usadas para recoger la oleorresina en el bosque, se reciclan en mangueras para transporte de agua. La colofonia de desecho, que termina en el fondo del estanque, se recupera y se usa como ingrediente para fabricar ladrillos resistentes al agua. Estos son producidos localmente y son el principal material de construcción para las casas de la zona.

5. EL JACINTO DE AGUA

El jacinto de agua es una planta hermosa. Sus flores son tan impresionantes y decorativas que los inmigrantes de África decidieron importar esta planta nativa de Latinoamérica para adornar los lagos y las lagunas.

Las principales variedades del jacinto de agua tienen una característica en común: su germinación requiere de unos 15 años. Este hecho significa que es posible destruir la masa verde, pero su destrucción total solo es posible cuando no solo las raíces sino también las semillas han sido sofocadas con químicos por más de 15 años. En otras palabras, habría que sacrificar toda la vida acuática para eliminar esta *maleza* que ha invadido los la-

gos de África. Esta se desarrolla en toda Latinoamérica y ha incursionado en el sudeste asiático.

El impacto adverso del excesivo crecimiento del jacinto de agua se está sintiendo en las economías de todos los distritos de lagos de África, desde Zimbabwe y Malawi hasta Zambia, Tanzania, Kenia y Uganda. Esta dominante planta desplaza todas las otras formas de vida acuáticas, desde peces hasta tortugas, desde algas hasta bentos y plancton. Los pescadores no solo pierden su fuente de subsistencia sino que también enfrentan otro grave problema: es imposible salir a pescar porque el jacinto de agua obstruye el desplazamiento por el agua. Los motores de los botes se atascan y la canoa es la única forma de transporte. Otro problema es que el flujo de agua hacia la hidroestación se reduce, con lo cual se afecta adversamente la producción de energía. Además, cuando el jacinto de agua avanza hasta el punto en que puede obstruir las turbinas, la generación de energía de todo el país, como en el caso de Zambia, está en juego. El turismo también se ve afectado y, por tanto, hay países en todo el mundo que están buscando una solución duradera a esta agresiva planta.

El jacinto de agua es una planta fuerte, pero su abrumador éxito se debe a los problemas reales que enfrentan las regiones afectadas. Cada vez que la capa superior del suelo es arrastrada debido a la agricultura o a la ganadería intensiva, la excesiva aplicación de fertilizantes y minerales se acumulan en los lechos de los ríos y en el fondo del lago, propiciando un ambiente muy fértil para el desarrollo del jacinto de agua. Una sobredosis de alimento lleva a que el jacinto de agua sea la única especie que sobreviva. Este hecho genera minerales y nutrientes perdidos en biomasa de excepcional calidad. Debido a la gran disponibilidad de minerales, las fibras son muy fuertes y la concentración de nutrientes alta.

El jacinto de agua requiere años para germinar y se multiplica rápidamente. El daño económico que causa es tan grande que, en Zambia, el ejército es utilizado para limpiar los ríos y mantener el nivel del caudal. En Malawi, fue necesario utilizar aspersión aérea de pesticidas para tratar de controlarlo y, en menos de medio año, el jacinto de agua había recuperado su posición dominante y los pesticidas habían extinguido las demás

especies acuáticas. En Zimbabwe, los parques nacionales contratan 200 trabajadores de tiempo completo para retirarlo.

Los parques nacionales africanos se ven obligados a invertir más de US\$ 100 000 anuales tan solo por el suministro de agua de un lago y se afrontan pérdidas, como en Kariba, de más de dos millones de dólares. Aun así, la batalla parece estar perdida, ya que se están atacando los síntomas pero no las causas.

Un grupo de científicos, especialistas y decanos de facultades de agricultura y recursos naturales se dio cita en Windhoek (Namibia) en 1997 por invitación del PNUD para buscar una salida al problema. La estrategia *cero emisiones* se vuelve muy importante en esta situación ya que, es injustificable que países tan pobres como son Zimbabwe, Malawi, Kenia, Uganda, Zambia y Tanzania tengan que gastar millones de dólares en divisas para importar químicos, comprar combustible para los aviones y pagar pilotos con el fin de erradicar una planta que lo que realmente hace es recuperar el alimento perdido de la capa superior del suelo desechada.

Los científicos se dedicaron a identificar la mejor manera de reutilizar esta biomasa. Sabiendo que las fibras son muy fuertes y que el ganado no puede consumirlas, la única opción que quedaba era la más conocida para la recuperación de cualquier material fibroso: cultivar hongos. Con la ayuda del profesor S.T. Chang de la Universidad China de Hong Kong, se realizaron experimentos en cinco países y se obtuvieron resultados sorprendentes. Luego de 30 días, el sustrato seco del jacinto de agua produjo una gran variedad de hongos. Una vez cosechados estos, no se necesitaron más de 10 días para la segunda cosecha e incluso hubo una tercera. Una tonelada de sustrato seco de jacinto de agua produjo la impresionante cantidad de 1.1 toneladas de hongos, «generando así mas hongos que material base, capturando nutrientes del aire y convirtiéndolos en peso corporal».

Los resultados no se limitan a la producción de hongos, puesto que el sustrato de jacinto de agua es rico en minerales y nutrientes. De esta forma, los hongos así cultivados son ricos en potasio, magnesio, yodo y calcio, junto con muchos otros componentes esenciales para una dieta alimenticia sana. Mucho de lo que se perdía en forma de suelo lavado se puede recuperar en los hongos.

Dado que en el sustrato residual ha sido degradada casi toda la lignocelulosa, este es una rica base alimenticia para ganado o para el cultivo de lombrices. Estas últimas convertirán el material en humus, el cual servirá posteriormente para fertilizar los suelos. Las lombrices servirán para alimentar pollos. Tanto el ganado como los pollos producirán excrementos que se pueden utilizar en un biodigestor para generar gas y, a partir de allí, electricidad y alimento para peces al igual que en la industria cervecera (ver gráfico).

Otros casos concretos en los que se ha trabajado son los siguientes:

5.1. Biosistemas integrados

Este caso es muy parecido al de la cervecera y al del jacinto de agua. Los componentes principales de este sistema son los siguientes: rompimiento de lignocelulosa por medio del cultivo de hongos, recuperación de proteínas por el cultivo de lombrices, recuperación de la energía sobrante a través del biodigestor y reutilización de los residuos del biodigestor. De esta forma, se genera energía necesaria para las labores de la empresa; se pueden cultivar peces y criar pollos sin necesidad de concentrado. Además, se obtienen hongos comestibles sin necesidad de estructuras y tecnologías costosas y complicadas.

5.2. Cemento y Bambu en Japón

La Industria cementera es otra que ha entrado en la era *cero emisiones*. Como es bien sabido por la mayoría de las personas, en la fabricación del cemento es necesario el asbesto como materia prima. Este material es altamente contaminante y produce una serie de problemas para la salud humana; por esta razón, una empresa cementera en Japón decidió realizar estudios tendientes a la sustitución de dicha materia prima. Así se supo que las fibras del bambú son perfectas para desempeñar esta tarea. En Colombia, existen algunas empresas que ya están tratando de implementar esa misma tecnología.

5.3. Hongos y café en Colombia

En julio de 1998, el profesor S. T. Chang, invitado por el instituto ZERI, encontró, en Colombia, la oportunidad de incursionar de forma inmediata en el cultivo de hongos tropicales. Esta posibilidad se basaba en las maravillosas condiciones de este país en relación con la cantidad extraordinaria de biomasa que se pierde sistemáticamente y su extensa biodiversidad.

En julio de 1998, la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia acogió la idea de experimentar con el cultivo de hongos tropicales en los desechos agroindustriales del café. El profesor Chang envió cinco cepas, algunas comestibles y otras medicinales, para buscar los sustratos adecuados y encontrar eficiencias biológicas comercialmente viables.

Fue así como se ha desarrollado la adaptación de todas aquellas variedades de hongos y se ha encontrado, en el Shiitake, grandes posibilidades y en otros un principio muy sugerente.

La investigación continúa y las posibilidades crecen. Se quiere convertir a Colombia en un productor de hongos con fuerte presencia en el mundo y crear el *Centro Internacional de Hongos Tropicales para Latinoamérica*, en el que se tendrá un gran banco de germoplasma para conservar su biodiversidad y las variedades comerciales con futuro.

Esta clase de experiencias ya ha dado sus primeros frutos. Un grupo de personas, exalumnos del primer diplomado ZERI a nivel mundial, ha conformado un grupo interdisciplinario que ha dado como fruto la creación de la primera empresa privada productora de cepas de hongos en Colombia. En la actualidad, se encuentran en la labor de introducción de la cultura del hongo y la capacitación en el cultivo.

6. GRUPO AMIGOS DE CERO EMISIONES

En Medellín, motivados por estas experiencias, un grupo de estudiantes profesionales docentes y empresarios, conformamos un grupo interdisciplinario llamado GAZE, dedicado a la investigación, generación, divulgación y desarrollo de proyectos basados en *cero emisiones*. Este grupo da apoyo a empresas y personas

que deseen trabajar bajo este concepto. Nuestro objetivo es asegurar el desarrollo sostenible, crear nuevas empresas, originar nuevos empleos, causar CERO CONTAMINACIÓN, eliminar el concepto de desecho, aumentar la productividad y reactivar la economía; todo, al mismo tiempo.

Nuestros proyectos:

- La creación de semilleros en los cuales se replicarán experiencias *cero emisiones* en escuelas, con el fin de sembrar conciencia en aquellos que serán el futuro de nuestro país.
- Proposición de proyectos de investigación a las universidades y asesoría a estudiantes que deseen realizar tesis bajo el concepto *cero emisiones*. En la universidad EAFIT de la ciudad de Medellín, ya se han realizado varias tesis de grado con este concepto, algunas de las cuales están siendo implementadas en la industria.
- Montaje de proyectos sociales basados en el concepto *cero emisiones* encaminados a mejorar el nivel de vida de personas de bajos recursos. Se está trabajando en un programa que permite que los estudiantes en semestre de practica, interesados en prestarle un servicio a la comunidad, puedan dedicar ese tiempo a diseñar e implementar programas *cero emisiones* en los barrios más desfavorecidos de la ciudad de Medellín.
- Se montará, en Antioquia, una finca-escuela en la que se replicaran los proyectos *cero emisiones* más significativos, con el fin de que todo aquel que esté interesado en aprender sobre este concepto tenga un lugar para hacerlo.

7. CONCLUSIÓN

La revolución verde y la producción limpia han sido pasos importantes en la búsqueda del desarrollo sostenible, pero no han logrado el efecto necesario para la defensa del medio ambiente. Es por esta razón que necesitamos algo que nos lleve un poco más allá y este algo es lo que ofrece el concepto *cero emisiones*.

La humanidad no puede esperar a que la tierra produzca más, la humanidad debe hacer más con lo que la tierra produce hoy (Gunter Pauli).

Cada vez que la industria tiene que botar materias primas como desechos, estamos frente a una clara situación de ineficiencia empresarial. La economía no termina en el desecho; es allí, precisamente, donde empieza a recircular. Para lograr esta meta, sin embargo, la industria y la sociedad en general tienen que aprender de la naturaleza, en la que el desecho de una actividad se convierte en la materia prima de otra. Para que esto sea económicamente viable, la precondition es que, a partir de dichos desechos, se genere valor agregado. Este objetivo se logra buscando aplicaciones y usos en industrias y procesos diferentes al que originó los desechos. De esta manera, tendremos nuevas industrias, nuevos procesos, más empleo, más alimento y cero contaminación.

El profesional del futuro tendrá que estar capacitado para crear empresas innovadoras, para formar equipos interdisciplinarios y para entender el lenguaje de la biología y de la biomasa. Los proyectos piloto montados alrededor del mundo han demostrado que es posible aumentar la productividad y generar, al mismo tiempo, empleos adicionales. Además, han dado una visión clara y han propuesto una metodología que está disponible para todo aquel que sea capaz de soñar y de intentarlo.

Dios no te hubiera dado la capacidad de soñar sin darte también la posibilidad de convertir tus sueños en realidad (Hector Tassinari).

En Colombia, varios jóvenes soñadores han realizado sus tesis involucrando el concepto *cero emisiones*. Algunas de ellas están siendo implementadas en la industria; entre ellas, tenemos la extracción de aceites esenciales del cardamomo y de la naranja, la utilización del ripio del vidrio como materia prima para materiales de construcción, la utilización de las fibras cortas que quedan como desecho en la industria del fique, etc. Estos son algunos casos que vale la pena destacar.

Ahora mi sueño es que muchos vean la viabilidad, importancia y sencillez de la implementación del concepto *cero emisiones* y que sean capaces de crear sus propias empresas, para que

generen empleo y contribuyan de esta forma a solucionar los problemas principales que aquejan al mundo actual.

BIBLIOGRAFÍA

PAULI, Gunter. *UpSizing. The Road to Zero Emissions. More Jobs, More Income and No Pollution*. Broom Hall: Greenleaf Publishing, 1997.

———. *Da mucho y recibirán mucho, caso concreto Las Gaviotas*. 1999.

———. *Avances, lo que los negocios pueden ofrecer a la Sociedad*, 1977.

ZERI. *Folleto del V Congreso mundial y I congreso internacional de juventudes ZERI*. Broom Hall: Greenleaf Publishing, 1999.