

Cómo se pretende realizar lo anterior?

El Museo de la Ciencia y el Juego propone un viaje. Ciertamente es un viaje hacia lo que se presenta como desconocido, inaccesible y vedado. Es un viaje hacia la racionalidad científica, pero es preciso brindar un buen clima para él, que elimine las posibles prevenciones que se tengan. Este clima se logra con el juego. En otras palabras se intenta que a través de la libertad del juego se alcance la libertad de poder familiarizarse con la ciencia.

No siempre basta el juego para lograr una interrelación entre las personas y los montajes científicos. Es necesario que muchos de estos montajes estén realizados con elementos que sean conocidos por la gente y ella esté acostumbrada a manipularlos. Por eso se utiliza en lo que se exhibe elementos y objetos de la vida cotidiana de fácil consecución. Con esto se logra un cierto acercamiento con los montajes y un efecto de extensión de la frontera cultural del visitante en la medida en que se descubren para dichos objetos formas de uso diferentes a las que estaba acostumbrado a darles en la rutina diaria, abriendo así nuevas perspectivas para el viaje.

El acercamiento con la ciencia también se intenta lograr a través de la presentación de diversas características de los *Fenómenos de percepción*.

Con todo lo anterior se quiere que el viajero descubra o intuya la gran riqueza de conexiones entre los fenómenos naturales, así como la variedad de interrelaciones entre la ciencia y otras formas culturales.

El juego, los objetos cotidianos y los fenómenos de percepción son utilizados como mediadores culturales con ayuda de los cuales se intenta cambiar la actitud de las personas hacia la ciencia, entre otras razones porque el desarrollo científico está ligado a ciertos cambios en el contexto cultural de un país.

Para terminar basta decir con el poeta, que lo importante no es Itaca, a pesar de ser la meta. □

# EL FUTURO E

Por razones metodológicas, para que se entienda el contexto en el cual nació el Centro "Las Gaviotas", hemos querido iniciar este escrito haciendo unas consideraciones de cómo se ha poblado el territorio colombiano, que coincide en gran parte con el proceso de formación de este continente intermedio de América Latina.

Es fácil observar cómo desde el descubrimiento del llamado Nuevo Mundo, todas las acciones del desarrollo se concentraron en dos grandes regiones: la costera, en nuestro caso la Atlántica, que fue la puerta de entrada y salida de los conquistadores y nuestro medio de comunicación con la metrópoli donde para defenderse de la piratería internacional de aquella época, nacieron ciudades fortificadas como Cartagena de Indias; y la andina, nuestra zona montañosa, donde se encontraban los asentamientos precolombinos más importantes y los yacimientos minerales de mayor significado económico.

Los escasos avances de la ciencia médica por aquel entonces, no le permitían al blanco habitar los bajos valles tropicales. Esta concentración del desarrollo vino a acentuarse más tarde por las ventajas que estas tierras de vertiente ofrecían para el cultivo del café, que hoy día cubre un millón de hectáreas y que es nuestro principal producto de exportación. Fue así como se conformaron dos Colombias: la occidental que cobija nuestra zona llamada desarrollada y la oriental, conformada por la Orinoquia y la Amazonia, que aún no se ha integrado al progreso nacional permaneciendo, con relación a la gran extensión de su territorio, prácticamente vacía.

Cómo se ha venido logrando el desenvolvimiento de esta región occidental?... Se ha realizado, y conti-

núa realizándose, calcando, copiando el estilo, el modelo de desarrollo de los países ubicados en la faja templada del planeta, es decir, de los países con 4 estaciones, en vez de plantear esquemas y estructuras acordes con una civilización tropical, dada nuestra ubicación entre los trópicos de Cáncer y Capricornio. El que imita no solamente no resuelve sus propios problemas, sino que se queda con los del imitado. De ahí que muchas de nuestras ciudades y asentamientos humanos son copias mal elaboradas de aquellas ubicadas al norte del hemisferio. Y desgraciadamente los pocos asentamientos del Pié de Monte, orinoqués y amazónico, se han hecho inspirándose en nuestra zona andina, la que a su vez, como acabo de señalarlo, se informó de ambientes no tropicales.

Estas circunstancias de inautenticidad con nuestro hábitat e idiosincracia, fueron las que motivaron a un grupo interdisciplinario de colombianos a plantear la necesidad

Aspectos de fabricación del molino de viento de doble

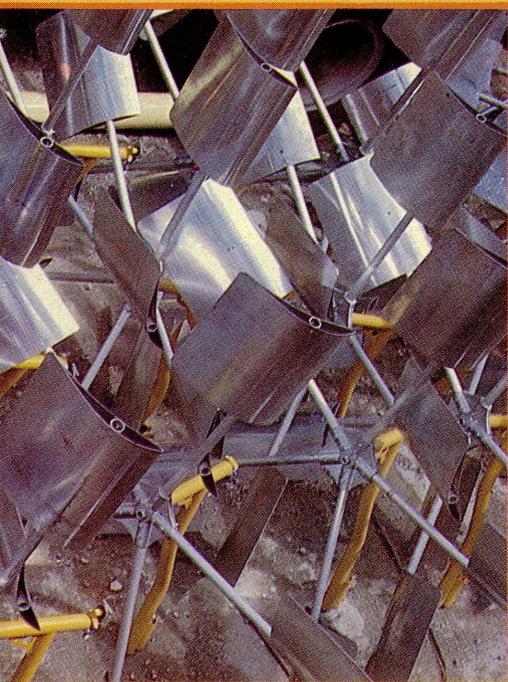


Paolo Lugari\*

de hacer un modelo de racionalidad tropical, en armonía productiva y no simplemente contemplativa con la naturaleza, en donde el protagonista principal es el Departamento de Tecnología Apropriada del Centro "Las Gaviotas". Varias aplicaciones específicas de esta tecnología, traídas del llano o de la selva, a la gran ciudad, han permitido a Gaviotas financiar parte de sus investigaciones en las zonas más apartadas de nuestro territorio.

La primera pregunta que nos hicimos fue: ¿Qué es tecnología apropiada? es algo que conlleva la existencia de unos límites?, algo moderno o antiguo?, de abundantes o de escasos recursos de capital? pequeño o grande?, sencillo o sofisticado?, intensivo o extensivo en mano de obra?, contaminante o de bajo impacto ambiental?, apropiado no solamente a las disponibilidades o recursos de la comunidad sino también a las metas de la sociedad? o puede reducirse a creer que se trata de la dotación requerida por cada

fecto.



etapa del crecimiento económico, que debe ajustarse a la escala humana o no?.

En el Centro "Las Gaviotas" creemos que la tecnología apropiada debe ser técnica, financiera, social, ambiental y culturalmente aceptable y debe responder a las condiciones de las distintas regiones del mundo, pues el hombre debe ser la dimensión de todas las cosas. Para bien o para mal, nuestro futuro está subordinado al éxito o fracaso del hombre, para comprender y aprovechar adecuadamente el ambiente de los trópicos. Sin embargo, el hombre lo ha hecho todavía más difícil al querer transferir tecnologías inadecuadas a estas tierras, en vez de despertar la capacidad creativa desde adentro, obteniendo claras ventajas de sus circunstancias de tropicalidad.

Para los países en vía de desarrollo, ubicados en la faja tropical del planeta, que coincide con la faja de la pobreza como es el caso de Colombia, la tecnología, debe inspirarse en criterios tales como:

- Baja inversión de capital, para un país con escasez del mismo.
- Uso intensivo de mano de obra, como una respuesta al desempleo.
- Ajuste del precio de sus productos al bajo ingreso per cápita de su población. Esto no cobijaría a los productos de exportación, ni aquellos dirigidos a los sectores económicamente pudientes.
- Producción de factores de crecimiento económico, que se dirijan a ciertos sectores estratégicos de impulso para motorizar el desarrollo.
- Nivel de contaminación acorde con una factura ambiental concomitante con su capacidad de pago.
- Investigación continuada, pues la imaginación creadora del hombre define a cada paso histórico, qué es un recurso y qué dejará de serlo.

Dentro de este contexto el Centro "Las Gaviotas", fundación mixta cuyo objetivo fundamental es diseñar y desarrollar un modelo de racionalidad tropical dentro de un marco de tecnología apropiada, está trabajando en 24 proyectos. Para poder puntualizar, nos referimos a tres de éstos.

Uno de ellos, el de energía solar para calentamiento de agua, logró desarrollarse de manera vertiginosa y estable, alcanzando un liderazgo mundialmente reconocido gracias al impulso decidido del Banco Central Hipotecario.

En Gaviotas se ha venido experimentando con calentadores de agua por energía solar desde hace más de 10 años, hasta el punto que antes de hacer la primera instalación fuera de nuestros laboratorios, investigamos y desarrollamos 23 prototipos, haciendo eco de la conocida frase de Edison que dice: "La tecnología es 1% de inspiración y 99% de transpiración". Cualquier ingeniero o investigador puede resolver un problema aumentando su complejidad, pero se requiere un conocimiento real y profundo para poder hacer las cosas simples otra vez. Es el difícil arte de la sencillez, de que habla el profesor Jorge Zapp.

Hasta el momento el Centro "Las Gaviotas" ha diseñado, fabricado e instalado sistemas de calentamiento de agua por energía solar para los siguientes proyectos, que en su totalidad alcanzan los 10.000<sup>2</sup>m<sup>2</sup>, 1 hectárea de colectores, así: Urbanización Nueva Villa de Aburrá I y III Etapa, en la ciudad de Medellín; Urbanización Niza VIII, en la ciudad de Bogotá; Cafetería de empleados de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá; Casa de Nariño — Presidencia de la República; instalaciones de vivienda de Termotasajero, en Cúcuta; Centro "Las Gaviotas", Vichada; Centro "Las Gaviotas", sede Bogotá, y ciudad Tunal (instalación de agua caliente por energía solar más grande del mundo). →

\* Director General del Centro "Las Gaviotas". Paseo Bolívar No. 20-90, Bogotá.



Aspecto de la instalación de agua caliente por energía solar más grande del mundo. Construida por Gaviotas en Ciudad Tunal para el Banco Central Hipotecario.

Las instalaciones de energía solar han permitido reemplazar hasta el momento 5.000 kilowatios convencionales.

Suministrando calentadores solares a un 10% de las nuevas viviendas que se construyan de aquí a finales del siglo, se obtendrán para el país ahorros de mil quinientos millones de dólares.

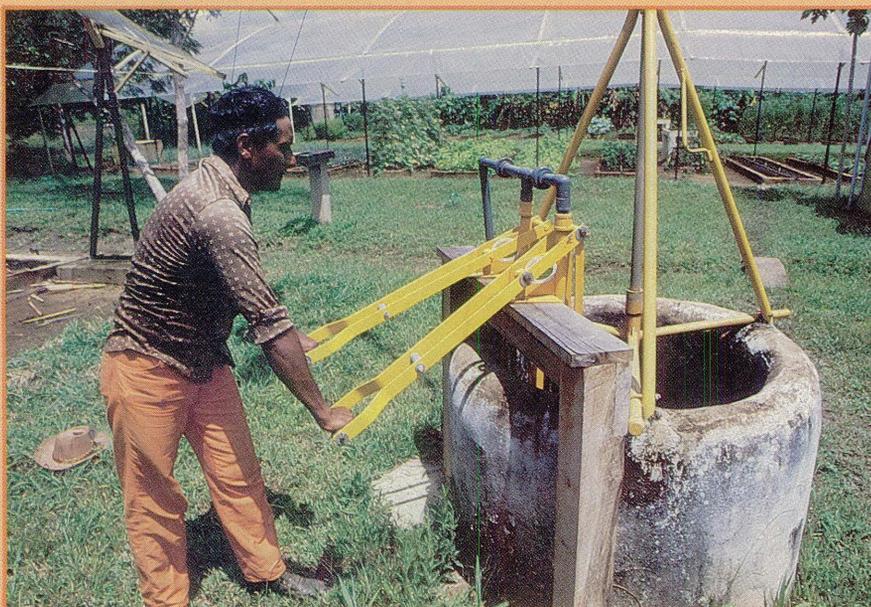
La instalación de Niza VIII, hoy llamada ciudadela solar, era en 1983 la más grande del mundo. En ella el

colector hace las veces de cubierta; es decir, se introdujo el concepto de techo energético, está ubicada en uno de los sitios más desventajosos para el aprovechamiento de la energía solar, como es Bogotá, que tiene un alto índice de nubosidad, y está situada a 2.600 metros sobre el nivel del mar. En esta instalación se utilizó el más grande de los macrotermosifones desarrollados por Gaviotas, que sentó las bases para seguirlos construyendo sin límite de tamaño, utilizando las siguientes innovaciones de diseño:

- Tuberías de alimentación y descarga de los colectores cuidadosamente balanceados para presentar en cada conjunto la misma carga hidráulica hasta las décimas de milímetro de agua y la tecnología para su cálculo sistemático.
- Tuberías de diámetros escalonados para mantener caídas de presión constantes a lo largo de todo el sistema de múltiples.
- Sistema estandarizado de aislamientos para minimizar pérdidas exteriores.
- Sistema de nivelación para dirigir por gravedad hasta el tanque, las burbujas producidas durante el calentamiento.
- Sistemas de alimentación y descarga de los tanques a través de flautas que minimizan la turbulencia que produce en los tanques irreversibilidades termodinámicas.
- Sistemas de toma de "Trompa de Elefante" que permiten tomar el agua más caliente existente en el tanque para el consumo, aun durante períodos de racionamiento de agua, en los cuales baja el nivel de agua dentro de éste.
- Columna de termosifón que anula durante las noches las desigualdades térmicas dentro de los brazos del termosifón, eliminando así el mayor problema de esta tecnología que está constituido por la contracirculación nocturna que destruye el almacenamiento de energía.

Aunque se realizaron otras innovaciones, las 7 anteriores, así como las técnicas de simulación en prototipos, la representación analítica del comportamiento de cualquiera de estos colectores en la forma de una expresión matemática de segundo grado, permiten el dominio de la técnica de los grandes termosifones.

El ejemplo descrito, nos confirma plenamente los parámetros que ri-



Bomba de camisa Gaviotas para extracción de agua.

gen la tecnología apropiada de Gaviotas, así: es de baja inversión de capital e intensiva en mano de obra; el precio del calentador solar, con la tecnología de hoy, es altamente competitivo hasta el estrato de clase media baja económica; la producción de implementos tecnológicos que tienden a contrarrestar el racionamiento eléctrico, constituye un sector estratégico de crecimiento continuo acelerado, apto para coadyuvar el desarrollo económico; su nivel de contaminación es muy bajo; la investigación continuada y persistente absorbe el 13% del presupuesto del programa, lo que nos permite estar situados en una posición de avanzada, de tecnología de punta, que es la mejor patente para una tecnología. Es la mejor forma de obtener más por menos.

Con este enfoque de tecnología apropiada, se demuestra que se puede lograr alta productividad económica, social, ambiental, tecnológica y energética simultáneamente.

Otro de los proyectos que responde a los parámetros indicados arriba es el de suministro de agua para pequeñas poblaciones menores de 250 habitantes, escuelas o puestos de salud, ejecutado por el Centro "Las Gaviotas" a lo largo y ancho de la geografía colombiana, que en sólo cuatro meses de operación de campo, para citar un solo ejemplo, con sus equipos autónomos de instaladores y una logística apropiada fue capaz de establecer 70 micro-acueductos, empleando equipos de impacto ambiental cero, que no necesitan de combustible para su operación, diseñados expresamente para las condiciones del trópico; ellos son entre otros el molino de viento de doble efecto, el ariete de sombrilla, la bomba de camisa para extracción de agua, y el balancín escolar, obtenidos después de una investigación larga, compleja y sofisticada, que produjo un resultado sencillo y de bajo costo. Estos equipos son producidos masivamente por la fábrica de implementos tecnológicos de Gaviotas, en el Vichada.

También cabe señalar dentro de los mismos parámetros el programa de aprovechamiento de los suelos pobres en la Orinoquia (desiertos de fertilidad) para plantaciones forestales, utilizando una conífera de origen tropical, el pino caribeño, que en quince años con una superficie sembrada de un millón de hectáreas puede darle al país una economía forestal tan importante como la cafetera, pero menos vulnerable en los mercados. Adicionalmente se reduciría de manera estructural la presión sobre los bosques de galería de la Orinoquia, joyas ecológicas, sin las cuales el suministro de agua del llano adentro se haría imposible. No menos importante es que una oferta de madera de esta cuantía impediría la destrucción de los bosques andinos, en donde se encuentran las cuencas hidroenergéticas más significativas.

---

---

### Tecnología apropiada que no puede combatir la pobreza, nunca será apropiada.

---

---

Pero los frutos de la tecnología apropiada, para ser trascendentes, tienen que ser objeto de transferencia, de sur a sur, en un plano de equidad, dirigida a entregar procedimientos de producción y no productos, para servir fundamentalmente a las actuales o nuevas empresas locales, en vez de sustituirlas y así responder a una balanza de pagos tecnológicos desfavorables, sobre todo en la etapa inicial.

Para lo anterior, el país receptor debe promover una arquitectura institucional que sirva de puente entre la innovación y la comunidad, de manera que éstos se conviertan en protagonistas de su propio desarrollo, en un mundo donde las dos terceras partes de la población están sumidas en la pobreza y la desesperanza.

Para sobrevivir, una institución tiene que cumplir dos condiciones:

ser lo suficientemente estable para sustentar el ideal que le dió la vida y lo suficientemente flexible para seguir siendo útil a la sociedad que la sostiene.

La ciencia continuamente nos ofrece conocimientos. La tecnología nos ayuda a producir bienestar y riqueza. La ciencia sin tecnología se vuelve improductiva, mientras que la tecnología sin la ciencia moriría por falta de alimentación. Por sí mismo un conocimiento nuevo no contribuye al desarrollo económico, como tampoco lo logra una innovación resultante de los progresos científicos o técnicos. Solamente cuando se incorpora de manera real al aparato productivo, puede ayudar a consolidar el crecimiento con justicia de los pueblos.

La tecnología apropiada sin decisiones políticas que la respalden no pasará de ser otra buena intención, confirmando una vez más, que cuando más se discute sobre la pobreza, más aumenta su espectro.

Por ejemplo, un incremento del 1% de la eficiencia de utilización de los recursos naturales no renovables en las regiones de mayor desarrollo, permitiría multiplicar por dos el consumo de estos recursos en los países ubicados en la frontera de la miseria, donde este incremento significaría la diferencia entre vivir y apenas subsistir.

En otros términos, el 1% del consumo anual de todos los recursos energéticos de la OECD y la Unión Soviética, puede satisfacer las necesidades de combustión para preparación de alimentos y calefacción en los países en vía de desarrollo, que hoy precisan talar veinte millones de hectáreas para este propósito cada año.

Tecnología apropiada que no puede combatir la pobreza, nunca será apropiada. □