

memoria



Tecnología apropiada: Sus inicios en la Universidad de los Andes.

Este artículo fue redactado a partir de la entrevista realizada a Jaime Loboguerrero, profesor de Ingeniería Mecánica

El origen de la tecnología apropiada en la Universidad de los Andes debe entenderse no sólo a partir de las inquietudes de algunos profesores de la Facultad de Ingeniería, sino que debe leerse en sintonía con una serie de eventos de índole nacional e internacional que permitieron su desarrollo. En los años 70, el mundo sufrió una crisis energética, ante la cual se debió buscar alternativas que pudieran suplir la necesidad de energía y la dificultad de remplazar el petróleo. Se generó, entonces, un movimiento cuyo objetivo era desarrollar energías renovables basadas en recursos naturales.

Al mismo tiempo, el sector de la economía se cuestionaba el desarrollo económico basado en grandes empresas y proyectos, y en tecnologías generales y homogenizantes. Paralelamente, aparecieron planteamientos —como los de Ernst Friedrich Schumacher (1911–1977), autor de *Lo pequeño es hermoso* (1973) (*Small is Beautiful: a Study of Economics as if People Mattered*)— que respaldaban la invención e implementación de una tecnología apropiada de acuerdo a cada entorno. En este contexto se comenzó a investigar qué tecnologías se podían crear de acuerdo al medio y a la disponibilidad de recursos que tuviera un sec-

tor específico, haciendo uso de todo el conocimiento posible y movilizándolo a los mejores científicos y académicos para desarrollar las tecnologías acordes a cada ambiente.

En la Universidad de los Andes, este movimiento trascendió en dos Departamentos: Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial, que acogieron la tecnología apropiada como una base común pero que terminaron dando origen a dos ramas distintas. Ingeniería Mecánica se preguntaba por la transferencia, apropiación y aprovechamiento de una tecnología que, aunque disponible, no había sido desarrollada según las necesidades ni recursos del país y apelaba por la creación de tecnología colombiana. Ingeniería Industrial, por su parte, se cuestionaba sobre las políticas y la gestión tecnológica, y su forma de usarlas como posible solución para los problemas de desarrollo de Colombia. Estos dos enfoques serán el tema de nuestra Memoria: una entrevista con el profesor Jaime Loboguerrero de Ingeniería Mecánica, en el presente número, y una con el Profesor Carlos Dávila, actualmente profesor del Facultad de Administración, para la edición 26.



**SUPLIR LAS NECESIDADES DE LAS REGIONES
COLOMBIANAS CON SUS PROPIOS RECURSOS Y CON
SU PROPIA TECNOLOGÍA**

En los siglos XVIII y XIX, antes de la Revolución Industrial, los pueblos europeos explotaban sus propios recursos: creaban molinos de viento, ruedas de agua, etc. Cuando se impusieron los recursos energéticos basados en hidrocarburos, se abandonó el uso de estas tecnologías ya que resultaba más barato quemar combustibles e importar energía fácil de transportar. Sin embargo, en el siglo XX, en plena crisis energética, se retomó el desarrollo endógeno de la tecnología que aprovechara los recursos disponibles, en vez de introducir potencia y tecnología externa. En la década

de los 70s, empezaron a llegar a Colombia aportes del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), destinados a la investigación y creación tecnologías en energía renovable.

Con la nueva forma de pensar de Europa y Estados Unidos y con los recursos para investigar y desarrollar tecnología apropiada, algunos profesores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, se interesaron por el tema. Los profesores Jorge Zapp y Carlos Francisco Rodríguez comulgaron con las ideas utópicas de Paolo Lugari y su centro de investigaciones ambientales “Las Gaviotas”, creado en 1966 en el Vichada, cuyo objetivo era promulgar por el desarrollo de los recursos locales y utilizar masivamente

energías renovables. En palabras de Jaime Loboguerrero, Gaviotas apelaba por “la transformación del mundo desde los Llanos, ya que si se podía sobrevivir en la mitad de los Llanos orientales, donde no había muchos recursos, se podía vivir en cualquier parte del mundo”.

Lugari, que recibió recursos del PNUD, invitó a Jorge Zapp y a profesores de la Facultad de Ingeniería a juntarse a su proyecto. Se le unieron también biólogos, químicos, antropólogos e ingenieros de otras universidades como la Universidad Nacional. La empatía de Zapp y Lugari fue evidente y juntos empezaron a abrir un importante campo de investigación, creando aparatos que resolvieran problemas y mejoraran el nivel de vida de los habitantes de zonas apartadas del país, en las que no había agua potable, no llegaba transporte y existían dificultades en las comunicaciones. La desconexión en esta década era total entre la parte rural y la parte urbana del país y Gaviotas apelaba por eliminar, en alguna medida, la desigualdad en calidad de vida en comparación con el sector urbano.

Desde el punto de vista económico, los investigadores encontraron que había una oferta tecnológica y una economía asociada para cada región; por tanto, para algunos sectores el punto de equilibrio era diferente al de otros, dependiendo del ambiente y del tipo de tecnología que se adoptara en ellos. No en todos los lugares y contextos puede tener aplicación la economía a escala: la tecnología masiva, a pesar de ser barata, no necesariamente es útil en todas las circunstancias. Para las colombianas, particularmente, podía existir una tecnología óptima, más apropiada, pequeña y no necesariamente masiva.

Jorge Zapp comenzó tratando el problema de la energía y los costos elevadísimos de los combustibles en regiones retiradas del país. Su tarea fue analizar los recursos disponibles en los Llanos y pensar qué máquina podía aprovechar esos recursos aunque fuesen pequeños. Zapp y su equipo de trabajo desarrollaron en los laboratorios de la Universidad de los Andes una pequeña turbina tipo Mitchell que produjo apenas 600 vatios, cantidad que, aunque pareciera pequeña, era



considerable si se comparaba con los esfuerzos que debían hacerse para llevar energía a altísimo costo a la región (llevar un motor diesel y su combustible en difíciles condiciones de transporte). Este trabajo, que recibió el nombre de “La tecnología intermedia, un nuevo enfoque del desarrollo”, fue presentado por Carlos Francisco Rodríguez y Jorge Zapp a la Fundación Alejandro Ángel Escobar como una estrategia que resolvería problemas de este estilo en otras regiones del país con condiciones similares. Finalmente, el proyecto ganó el premio en 1974, lo cual motivó a muchas personas dentro de la Facultad de Ingeniería para que empezaran a crear distintos mecanismos y aparatos que permitieran mejorar servicios difíciles de hallar en el campo: contar con agua corriente y poder almacenarla, tener luz, mejorar las comunicaciones, entre otros.

Otro elemento que entró en juego en el desarrollo de tecnologías apropiadas fue la necesidad de ser amables con el entorno, no contaminar y producir de manera limpia y sustentable. El caso que alertó a los investigadores a velar por el medio ambiente fue el proyecto que permitía utilizar el aceite que la propia región podía producir. Se creó una máquina que prensaba los frutos de las palmas de moriche (*Mauritia flexuosa*) para extraer su aceite; no obstante, a los tres meses de su implementación los investigadores se dieron cuenta de que se iba a acabar con la especie porque los indígenas, al conocer su valor económico, empezaron a tumbar las palmas indiscriminadamente. Ése fue, tal vez, el episodio que alertó a los investigadores respecto a su responsabilidad con el ambiente. Las tecnologías apropiadas debían tener, entonces, unas reglas: además de ser económicamente rentables, debían aprovechar el recurso local pero sin afectar su producción y sin afectar el ecosistema que lo circunda.

Además de hacer aparatos y desarrollar estrategias para aprovechar lo que había localmente, para bajar los costos y tener una buena calidad de vida, se buscaron negocios económicamente productivos. Hubo tantos ensayos como fracasos: se intentó sembrar maíz, yuca y otras especies, pero nada germinaba debido al piso

arenoso y al régimen de aguas. Lo único que prosperó fueron: los pinos caribeas traídos de Honduras (*Pinus caribaea, var. hondurensis*), que permitieron producir la rentable resina colofonia; y la cría de chigüiros y la comercialización y el consumo de su carne.

Las máquinas y aparatos que se crearon, tuvieron sentido siempre y cuando existieran recursos para usarlos; como ocurrió con las microcentrales hidroeléctricas. El Departamento de Ingeniería Mecánica creó pequeñas centrales y, con el tiempo, las llevó a otras partes del país. A pesar de que existían desde 1890 e incluso a principios de los años 20 “El Manual de Cafeteros” explicaba el procedimiento para crear una hidroeléctrica y hacerla producir, estaban relegadas; por tanto, el objetivo era rescatar su uso y mejorarlas. La Universidad de los Andes promovió la instalación muchas centrales para comunidades campesinas, a través de ONG’s. La única empresa que sobrevivió en el país fue la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario FDTA, que heredó parte de los equipos que desarrolló los Andes y es dirigida por Mauricio Gnecco, quien ha montado centrales de muchos de los parques nacionales.

En el caso particular de los molinos de viento, Jorge Zapp, que trabajaba ya de tiempo completo con Gaviotas, desarrolló una fábrica de molinos que desapareció muy pronto, pues a pesar de tener una utilidad parcial no fue rentable por estar montada en medio de los Llanos. No obstante, con la empresa nació la posibilidad de que en el país se pudiera crear y tener este tipo de tecnología, tal como ocurre en Duitama, donde opera la única fábrica de molinos de viento que hay en el país: Industrias Jober, que fue asistida en sus inicios por Universidad de los Andes.

Los calentadores solares tuvieron una historia similar: con fondos mayores se montó una fábrica de conectores solares para calentar el agua. Sin embargo, las energías que se usaban para este trabajo (gas y energía eléctrica) eran tan económicas que comercialmente era muy difícil competir con ellas. Sin embargo, a pesar de los muchos inconvenientes, Gaviotas logró hacerle entender a algunos la viabilidad de la economía



a largo plazo: se montó la planta, permitiéndole a Colombia ser uno de los pocos países de Latinoamérica que tiene instalaciones masivas de calentamiento con energía solar (Bogotá y Medellín). El Banco Central Hipotecario construyó muchos edificios que usaron esta tecnología proveniente de Gaviotas.

Estos proyectos funcionaron bien a través de empresas grandes y a través de algunas pocas personas con poder financiero y con visión de la economía a largo plazo. Lastimosamente no hubo mercado individual, ya que una persona con flujo de caja limitado difícilmente iba a invertir en algo que requiriera capital intensivo y que le representaría resultados a largo plazo y no de manera inmediata. Esta situación hizo entender a los investigadores que si no se contaba con el apoyo de una empresa solvente, como lo era el Banco Central Hipotecario, los proyectos no tendrían mayor duración y alcance por sujetos, aunque no se quisiera a una cultura cortoplacista y a la actitud depredadora de la economía.

El Departamento de Ingeniería Mecánica tomó la tecnología apropiada desde el punto de vista académico. Es interesante notar que la mayoría de los desarrollos iniciales nacieron de proyectos de grado de la Universidad de los Andes y de la Maestría en Ingeniería Mecánica. Los estudiantes plateaban la idea, trabajaban sus proyectos en los Andes y, finalmente, eran contratados por Gaviotas. Hubo varios proyectos posibles y otros fallidos, entre ellos las cocinas con calentamiento solar, las bombas de agua tipo ariete,

las riobombas, etc. Un caso especial fue el de los sistemas de riego que permitía la productividad de la tierra en las zonas aledañas a los ríos en las épocas de sequía; pues era una inversión que podía justificarse, ya que el campesino tendría ganancias en épocas en las que normalmente no se cosechaba.

Muchos profesores empezaron a trabajar en esos temas e intentaron concientizar a los estudiantes para que se involucraran en este tipo de investigaciones. “Es interesante notar que más de la mitad de los proyectos de grado de esa época estaban encaminados a cómo hacer cosas en Colombia, a nuestra manera, con nuestros recursos” dice Loboguerrero. El Departamento trabajó en varios proyectos, como el uso de productos orgánicos para motores de combustión y el proceso de la yuca en los Llanos (la molienda, la separación de la parte fina de la harina y su secado). El proyecto de molinos de viento fue jalonado por el profesor Álvaro Pinilla. Rafael Beltrán se ha dedicado a la investigación del uso de combustibles correctos, él empezó a usar aceites orgánicos para motores diesel hace casi 20 años. Jaime Loboguerrero asesoró por largo tiempo a grupos en el sector de maquinaria hidráulica en la construcción de bombas, turbinas y centrales hidráulicas. Un caso interesante fue el de los médicos que trabajaban en el Chocó en la lucha contra la malaria; ellos contactaron a la Universidad de los Andes para la creación de un mecanismo que cargara las baterías, ya que la aeronáutica prohibía transportarlas y ellos constantemente debían transgredir

la norma (las escondían en sus mochilas de viaje). La fiebre malárica aparece de noche y para detectar qué tipo de malaria tiene cada paciente hay que analizar una muestra de sangre extraída en la noche y sin luz, no se podía sacar las muestras y revisar la sangre.

Estas circunstancias permitieron fundar en los Andes el Posgrado en Planeación de Sistemas Energéticos, que fue dirigido en sus inicios por Rafael Beltrán y por Fernando Navas, profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica. Las Naciones Unidas, desde su filial de Japón, donó un presupuesto importante para que estudiantes jóvenes latinoamericanos (Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Colombia) tomaran el programa. El postgrado contó con expertos profesores en cada área, como es el caso de Hermann Snell, de Holanda, y John Burton, de Inglaterra. Con la colaboración de Burton y la financiación de la institución británica ITDG (Intermetidate Technologys Development Group), Jaime Loboguerrero y varios estudiantes construyeron una planta en el río Dormilón que generaba energía para 16 familias y movía trapiches; esta planta no sólo daba luz de uso doméstico sino que podía usarse en industria, dándole un valor agregado al campo. Era tal la cantidad de energía constante que se decidió introducir al proyecto un tipo de cocinas usadas por los suecos a comienzos de los años 20: las 16 familias recibieron unas resistencias que calentaban todo el tiempo un hierro ubicado en una especie de termo. Sobre el hierro, caliente todo el tiempo, se ponían las ollas y se cocinaba sin usar leña, sin humo y sin contaminación.

Todos esos estudiantes de la maestría vivieron un proceso muy importante de motivación y trabajo; por ejemplo, José Rafael Toro, actual Vicerrector de la Universidad de los Andes, era estudiante de esta maestría y, en el año 1975, trabajó en una central en la Cooperativa de las Delicias de los guambianos. La central se construyó en el laboratorio de los Andes y fue montada por Toro y por un compañero egresado de la Nacional; ambos viajaron en flota hasta el Cauca y sobrevivieron el tiempo que tomó montar la central por la generosidad de los indígenas.

La historia de las tecnologías apropiadas en Colombia pudo ser más larga, pero hubo dos factores que desestimularon la labor e impidieron su futuro. La violencia fue el primer factor: al principio se podía viajar sin problema, pero años después fue imposible por la situación de orden público y la presencia de la guerrilla. Las pocas centrales que se lograron montar hasta 1983 fueron arrasadas por la guerrilla, en algunos casos asesinaron a los líderes comunales y desplazaron a gran parte de la población beneficiada. Con la ONG “Fundación futuro para la niñez” de Medellín, se había construido cerca de 40 microcentrales para campesinos en la región del río Dormilón, en el valle del río San Luis - Antioquia, en Acandí - Urabá antioqueño, en San Cayetano - Cundinamarca y Restrepo - Cumaral, a las cuales no se pudo regresar. El segundo factor fueron algunas políticas del entonces presidente Belisario Betacur (1982-1986), quien le



apostó a acabar a la guerrilla por medio de la electrificación del país: el gobierno llevó energía a todos los sectores que estaban desarrollando su propia energía, lo cual eliminó los logros de la tecnología apropiada en el país y los posibles intentos futuros.

Lastimosamente, a pesar de los intentos gubernamentales por electrificar el sector rural, aún hoy siguen existiendo los mismos problemas que se intentó solucionar con este tipo de tecnologías. Jaime Loboguerrero afirma que “si el país tuviese paz, las tecnologías apropiadas resurgirían. Ni siquiera se entendería este resurgimiento como algo romántico, pues en la práctica es muy costoso no aprovechar lo que hay en una región y ése es un costo que se está pagando a nivel nacional. Actualmente, el país está adoptando y copiando tecnologías extranjeras, pues se tiene la convicción de que la tecnología se compra y no se hace dentro del país, sin embargo Colombia es aún un terreno fértil pues existe la necesidad y el potencial es excepcional; pero, por ser proyectos intensivos en capital y muy económicos a largo plazo, se necesita primero una concepción distinta de la economía, un músculo financiero para jalonar estas prácticas y que las instituciones, como la Universidad de los Andes podría, hoy en día, reintroducir el tema de estudio”.



Fotografías archivo personal Jaime Loboguerrero