

La lucha por un mundo a la medida del hombre y en armonía con el medio.

# Tecnologías alternativas

OMAR MASERA C.\*

Una inquietud fundamental dio pie a la redacción de este artículo: mostrar que la generación de tecnologías apropiadas en México puede conducir a la resolución de algunos de los problemas más importantes del modelo de desarrollo actual como: deterioro ambiental, desigualdad de acceso a las tecnologías y dependencia científico tecnológica.

## ORIGENES

Los movimientos contestatarios en relación a las tecnologías tienen una historia bastante larga y diversa. Sin remitirnos muy atrás en el pasado podemos decir que a partir de la crisis del petróleo en 1973 y del auge en la construcción de reactores nucleares, estos movimientos cobraron una fuerza inusitada en los países del primer mundo. El primer choque con la posibilidad de agotamiento del petróleo, la agudización de la contaminación ambiental y el despegue de la automatización de empresas y fábricas puso otra vez sobre el tapete algunos postulados tomados hasta entonces como verdades incuestionables; por ejemplo, aquél todavía se nos recita religiosamente en muchos cursos de la Facultad: "El desarrollo de la ciencia y la tecnología conduce necesariamente al progreso de la humanidad". Pero —reflexionaba la gente— ¿no tenían acaso la ciencia y la tecnología su parte en el desarrollo de la carrera

\* *Pasante de la carrera de Física, Facultad de Ciencias, UNAM*

En el camino de la "productividad" y el progreso el medio ambiente tiene que pagar su parte: arrase de selvas y bosques; contaminación de aguas y aire y aumento de la erosión.



armamentista? ¿no habían contribuido a este mundo maquinizado, símbolo de la deshumanización de las personas? ¿no eran responsables muchos de los más modernos adelantos de la contaminación y el deterioro ecológico —a veces irreversible— de extensas zonas del planeta?

Las respuestas a estos interrogantes fueron de lo más variadas, desde los que proponían la muerte de la ciencia y la tecnología, hasta los que intentaron caminos en "positivo" al postular desarrollos alternativos.

Dentro de estos últimos surgieron numerosas concepciones; tecnologías alternativas, de bajo costo, intermedias, blandas, en pequeña escala, apropiadas, son todas ejemplos de la diversidad de enfoques con que se ha tratado el problema de las opciones tecnológicas.

En lo que resta del artículo nos avocaremos a la descripción de una de estas corrientes, centrándonos en los problemas del desarrollo de los países tercermundistas, y que se conoce con el nombre de tecnologías apropiadas.

### ¿QUE SON LAS TECNOLOGIAS APROPIADAS?

La primer pregunta que surge en forma natural al hablar de tecnologías apropiadas (T.A.) es: ¿apropiadas para qué? o ¿para quién?, ante lo cual existen multitud de respuestas. Para evitar confusiones juzgaremos lo apropiado de las tecnologías en relación al cumplimiento de ciertos objetivos de un nuevo modelo de desarrollo, cuyo vértice es una relación armónica entre el ser humano y su medio ambiente, así como la relación no explotativa de los seres humanos entre sí. Estos objetivos básicos que deben tenerse como ejes del nuevo modelo son:

1. La satisfacción de las necesidades humanas básicas (empezando por las necesidades de los más necesitados) a fin de reducir las desigualdades entre los países y dentro de ellos mismos.
2. La autosuficiencia endógena mediante la participación y el control sociales.
3. La armonía con el medio ambiente.
4. El trabajo creativo, es decir aquél que permita el desarrollo de todas las capacidades humanas.

La satisfacción de estos objetivos determina una serie de características que van a llevar en última instancia a una



Existen en México recursos renovables más que suficientes para resolver sus problemas energéticos: sin embargo, continúan siendo desaprovechados.

caracterización general de las T.A., tendremos entonces una preferencia por tecnologías:

1. Que hagan uso de los recursos renovables —sol, agua, viento, biomasa—, los cuales nos garantizan un desarrollo a largo plazo (y se vinculan estrechamente a otras preferencias que se mencionarán más adelante), por sobre los recursos no renovables: petróleo, carbón, uranio.

Se contraponen esto a la situación actual en México, en la cual el consumo de energía proviene en un 97% de recursos no renovables potencialmente aprovechables, aún cuando las existencias de los recursos hoy en el país son de 2 a 17 veces mayores que el consumo de energía primaria para 1982.

2. Que no se produzca contaminación al medio ambiente ni presenten riesgos a la salud humana y se opongan a:

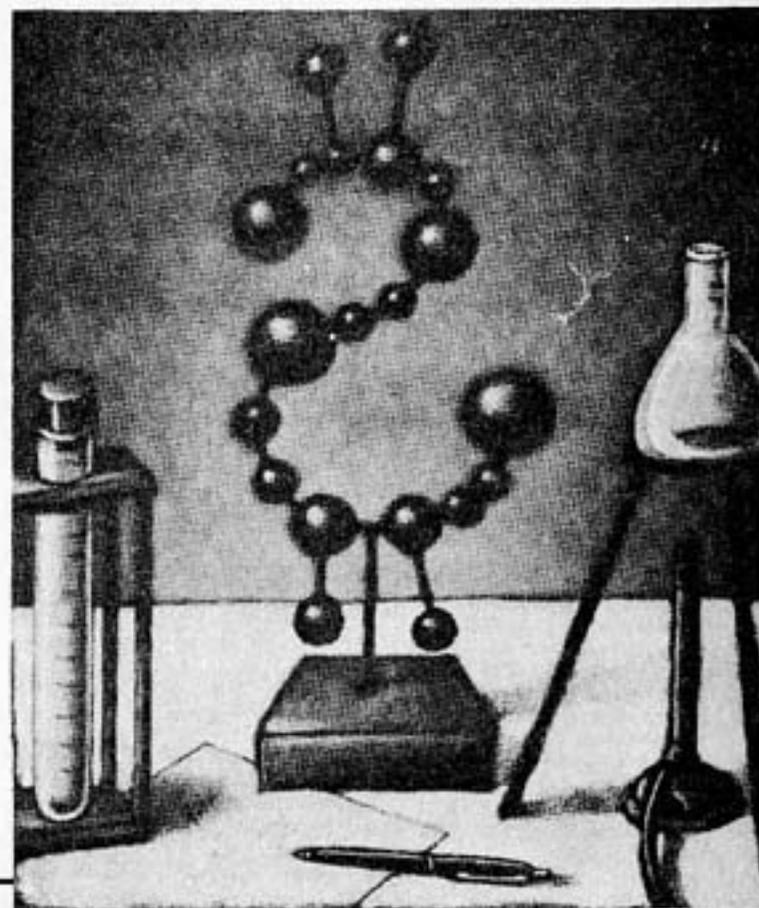
La explotación irracional del petróleo, que ha conducido al ecocidio de la zona petrolera, con la deforestación y el arrasamiento de gran parte de la selva de Tabasco, la contaminación de las aguas y la atmósfera de la sonda de Campeche (recordemos el accidente del Ixtoc), la bahía de Coatzacoalcos y la desembocadura del Papaloapan estas últimas por las industrias petroquímicas; y ha provocado accidentes trágicos como el de San Juanico en el D.F. o la explosión de oleoductos en los que han muerto miles de personas.

El uso de combustibles radiactivos, asociados por un lado a los peligros —reconocidos mundialmente— de la explotación del uranio y la operación de plantas nucleares como la de Laguna Verde, económicamente incosteables y fuente de contaminación radiactiva para una extensa zona aledaña por el otro, a la necesidad de estrictos controles de seguridad en el manejo de reactivos y desechos. Esto todavía no se garantiza en el país como lo demuestra el caso de la contaminación radiactiva por cobalto a toneladas de varilla en Aceros Chihuahua, (el accidente ha sido catalogado como el peor de este tipo en Latinoamérica).

Los grandes complejos fabriles que han dañado la calidad del agua, suelos y aire de las zonas metropolitanas (D.F., Guadalajara, Monterrey). El Distrito Federal, por ejemplo, ostenta el triste record de la ciudad más contaminada del mundo.

3. Que se combinen con los ecosistemas naturales frente a las soluciones tecnológicas universales como la combinación de semillas híbridas, plaguicidas, fertilizantes químicos y mecanización, adaptadas a países como Estados Unidos, pero que han conducido —a través de su uso indiscriminado en el agro mexicano— al agotamiento y envenenamiento del suelo, la erosión y el consiguiente inicio de la desertificación en enormes extensiones de tierra de cultivo temporalera.

Actualmente la ciencia es un gigantesco negocio. La forma en que está estructurado el aparato científico-tecnológico responde a las necesidades de control y obtención de ganancias de los grandes monopolios.





Más de 19 000 000 de mexicanos cocinan con leña; para ellos la cocción es un problema no resuelto en estos momentos y que se agrava con el agotamiento de los bosques.

4. Que faciliten los asentamientos humanos de tamaño moderado y por lo tanto sean descentralizadas a pequeña escala y no promuevan la destrucción del campo por la ciudad sobre las tecnologías en gran escala y centralizadas que caracterizan el industrialismo contemporáneo. En México por ejemplo:

Un tercio de las industrias del país se concentran en la zona metropolitana, y su magnitud (Altos Hornos, papele-  
ras, cementeras, automotrices) promueve las concentraciones urbanas, de hecho el D.F. cuenta con casi el 25% de la población de México.

La generación de energía se hace sólo a través de enormes centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y refinerías que proporcionan redes de distribución centralizadas en perjuicio de los poblados rurales. Por ejemplo, en 1980 sólo el 34% de los habitantes del sector rural contaba con electricidad.

5. Que sean intensivas en mano de obra y proporcionen mayores niveles de ocupación laboral sobre las tecnologías intensivas en capital (por ejemplo las centrales nucleares) que se adaptan a los requerimientos de la industrialización de los países del primer mundo, pero agudizan el desempleo y la migración del campo a la ciudad en las naciones del tercer mundo. Otros ejemplos de este tipo de tecnologías son la mecanización agrícola y las industrias altamente automatizadas.

Sobre este punto vale la pena añadir que, en condiciones de crisis como la que

actualmente atraviesa México, los proyectos que necesitan inversiones millonarias son cada vez más difíciles de realizar, esto no hace sino abundar más en la necesidad de desarrollar otro tipo de tecnologías en las que predomine el trabajo por sobre la inversión.

6. Que estén basadas en las necesidades de la mayoría de la población y no en las necesidades de las élites o en la ganancia de las empresas.

La situación actual en México es representativa en este sentido, pues muestra el enfoque opuesto al de las T.A. Para 1970 en las zonas y núcleos marginados del país, 77% de la población ganaba menos que el salario mínimo, 70% tenía un subconsumo de carne, huevo, leche; 84% de las viviendas no tenían drenaje, 83% tenían uno o dos cuartos<sup>2</sup>.

7. Que utilicen materiales locales y que permitan la óptima combinación entre necesidades y recursos para lograr la autosuficiencia regional. Se eliminará así la importación de piezas y equipos que constituyen una sangría en la economía nacional, especialmente en estos momentos de crisis. Para 1982 se calcula que México tuvo que pagar 1 200 millones de dólares por la transferencia directa de tecnología.

8. Que permitan el desarrollo de las capacidades creativas del trabajador y su dominio sobre el proceso de trabajo; por sobre las tecnologías actuales en que el obrero es obligado a realizar un trabajo alienante, repetitivo y mecánico, que lo

degrada a la calidad de objeto y lo reduce a un apéndice de la máquina. Los tiempos y ritmos de trabajo se le imponen desde la dirección de la fábrica y su capacitación se reduce a un conocimiento superficial de una pequeña parte del proceso de trabajo, el cual de esta forma queda totalmente fuera de su dominio.

El ejemplo más representativo de esta clase de tecnologías son el famoso montaje en cadena, característico de las industrias automotrices (aunque ya se ha difundido a muchas otras ramas) y la industria maquiladora, la cual por cierto, es la industria más importante de la zona fronteriza y, bajo la actual política del gobierno, amenaza con desplazarse a todo el país.

9. Que fomenten un uso comunal y un trabajo cooperativo de la gente, sobre las tecnologías concebidas y promovidas para uso y provecho individuales. La preponderancia del automóvil como medio de transporte individual, los "walk-man", etc. sirven como ejemplo de este culto al individualismo, que repercute en un mayor alejamiento entre las personas y les hace perder su espíritu cooperativo.

10. Que se interrelacionen con las tecnologías tradicionales y permitan rescatar los valores culturales de cada región. Actualmente, por el contrario, predomina el paradigma de la estandarización, que puede ser caracterizado por mantener el lema: "no se cuál es su problema pero esta es la solución".

Esta corriente modernizadora olvida y desprecia el conocimiento local y las soluciones que tradicionalmente se han dado a los problemas por considerarlos primitivos o no científicos; sin embargo sus resultados prácticos, especialmente en el agro, no han sido nada halagadores, como ya mencionamos en el inciso 3. Un ejemplo particularmente revelador para lo que estamos diciendo es la introducción de estufas de gas en el sector rural. Estas estufas, que son un modelo universal para la cocción de alimentos, fueron diseñadas para los requerimientos de la cocción en los países desarrollados, en los cuales, por ejemplo, no existe la tradición de comer tortillas. Cuando los dispositivos son introducidos en el sector rural por las pocas familias que las pueden costear o que tienen acceso a la distribución de gas (ver cuadro I), las señoras se encuentran con que no pueden hacer las tortillas y los frijoles no quedan con el mismo sabor. Por tanto, continúan haciendo uso de la leña para estas dos tareas y, lo que supuestamente era una solución, se convierte en un parche para muy pocos.



Si no se cambia la estructura del aparato científico-técnico, los "nuevos" materiales entran por el "viejo" camino; en este caso para conectarse con necesidades militares.

Por estas razones, en las T.A. se marca muy claramente que sólo se obtendrán verdaderas soluciones y un proceso autogestivo si se parte de un conocimiento y estudio de lo que ya se tiene y de un respeto a las tradiciones culturales de cada región. Por otro lado, hay técnicas tradicionales que han proporcionado mucho mejores resultados que las modernas—como muestra, los métodos de aprovechamiento integral de la selva por los lacandones o las chinampas de Xochimilco— pero nunca han sido rescatadas correctamente.

II. Que aumenten la posibilidad de la participación y el control sociales, es decir, que sean entendidas, manejadas y controladas por el usuario. Esto presupone el trabajo conjunto de científicos, técnicos y trabajadores para romper la separación entre trabajo manual y trabajo intelectual (yo pienso-tú diseñas-él opera la técnica).

Lo que estamos postulando puede parecer demasiado abstracto o demagógico, por ello hemos incluido en el cuadro I un análisis de la forma en que el estudio de una necesidad tan "corriente" como la

cocción de alimentos, da pie a la generación de todo un programa de investigación científica y tecnológica de primera línea.

Podemos continuar, ahora sí, con la pregunta original acerca de las tareas que nos demandaría un programa de generación de tecnología apropiada. La respuesta no es trivial, y su verdadera dimensión la dará la propia práctica, sin embargo se pueden mencionar desde ya algunos puntos generales:

- i) El primer paso importante que hay que dar está en nosotros mismos; necesitamos ante todo la voluntad y el compromiso para el cambio hacia otra forma de hacer ciencia. Esto implica el ser capaces de vencer nuestro ego (y los científicos no nos distinguimos precisamente por lo modestos), nuestro supuesto carácter de elegidos para avanzar en la búsqueda de la verdad, nuestra posición de neutralidad "más allá del bien y del mal", nuestro afán de ubicarnos en círculos internacionales "prestigiados" y de sacar el mayor número de artículos en revistas de alta calidad (convirtiendo así el artículo en un fin en sí mismo y no en un medio para).

La situación actual no nos permite más "hacernos a un lado" asépticamente ante los problemas de nuestro entorno. Nos estamos engañando a nosotros mismos si pensamos que existe la "investigación pura". Creemos que es mucho mejor reconocer y aceptar desde ya el compromiso para no encontrarnos en un futuro como aquellos investigadores del Instituto de Física de la UNAM, quienes luego de años de investigación de "frontera" des-

Para el desarrollo de tecnologías apropiadas es fundamental que investigadores se comprometan en un trabajo conjunto con la gente. Desde la detección del problema hasta la puesta en práctica de las opciones.



cubrieron que su proyecto se estaba usando para el diseño de detectores infrarrojos de personas en la guerra de Vietnam.

- ii) En segundo término deberemos conocer cuáles son las necesidades para la mayoría de la población, y conocerlas no a través de una innumerable serie de filtros que resguarden nuestras torres de marfil, sino en el trabajo práctico con los grupos necesitados:

Ello significa que habrá de darse un apoyo mucho mayor a los proyectos de extensión universitaria y permitir el paso de los problemas sociales a su formulación como programas de investigación científica y tecnológica.

Es evidente que el nuevo camino debe comenzar por el planteamiento de proyectos piloto, que sirvan como punta de lanza para programas más ambiciosos. Para ello es conveniente detectar a los sectores que están quedando totalmente al margen de las soluciones "modernas" y en los cuales existe una necesidad inmediata de opciones. Tal es el caso de las comunidades rurales que se ubican en el sector campesino minifundista y en gran parte de las colonias populares.

- iii) Desarrollar nuevas líneas de investigación y proyectos prioritarios cuyo punto de partida sea precisamente las necesidades no satisfechas de la población marginada. Para esto es imperioso comprender que los problemas de tipo técnico se dan solamente bajo una cierta situación social; la cual los delimita y les marca un tipo de restric-

## CUADRO 1

En este cuadro pretendemos mostrar cómo el análisis de las necesidades básicas de la mayoría de la población puede conducir a la formulación de todo un programa de investigación científica y tecnológica.

Hemos escogido a guisa de ejemplo una necesidad cuya satisfacción está resultando problemática para más de 19 millones de mexicanos: la cocción de alimentos con leña.

¿Cuáles son los problemas de la cocción con leña?

*Escasez del recurso.* La tala irracional de los bosques en México ha provocado que en extensas zonas, la leña sea más difícil de conseguir. En los sitios más críticos las especies preferidas como combustible se han agotado, dando paso a la quema de otro tipo de árboles y aún arbustos de baja calidad. Actualmente, sólo para la recolección de madera, la gente camina de 2 a 6 km y emplea de dos a tres horas por lo menos tres veces a la semana.

*Inadecuación del dispositivo.* La cocción se realiza en fogones de tres piedras (tlacuiles) de bajísima eficiencia, los cuales bajo la problemática del agotamiento de la leña, resultan terriblemente dispendiosos y son responsables de buena parte de las 4 a 6 horas diarias que dedican las mujeres a la preparación de alimentos. Por otro lado, contaminan con humo la cocina, causando daño.

*Inadecuación de las opciones actuales.* En estos momentos los campesinos cuentan con una opción solamente: la estufa de gas<sup>3</sup> la cual ha tenido una difusión mínima por una serie de problemas:

- Acceso: la gran mayoría de los campesinos no cuenta con los recursos para comprar la estufa o para sufragar el costo de consumo del combustible.
- Disponibilidad del combustible: por ser el gas L.P. una fuente de energía centralizada, su distribución a las comunidades se limita exclusivamente a los poblados vecinos y a los centros urbanos.
- Diseño del dispositivo: Las estufas de gas **no** fueron diseñadas para hacer tortillas. Como esta tarea es una de las más importantes dentro de la cocción, la mayoría de las gentes que tienen estufa de gas **continúa** haciendo uso de la leña.

Se presenta de este modo la necesidad urgente de buscar alternativas. De acuerdo a los objetivos de las tecnologías apropiadas puede concluirse que a nivel general, existen dos opciones<sup>4</sup>.

- De inmediato, lograr que se realice un uso más eficiente de la leña, mediante la adaptación de estufas de gas del tipo lorena (lodo y arena); lo que nos plantea problemas de:

- \* Fenómenos no lineales de transporte de calor.
  - \* Análisis termodinámicos basados en las eficiencias de segunda ley (energía)
  - \* Análisis de las propiedades de materiales locales con alta capacidad calorífica.
  - \* Procesos de combustión de las distintas especies forestales.
- b) En el mediano plazo será necesario buscar tecnologías más elaboradas en la obtención de combustibles para la cocción. Por ejemplo, a través de la gasificación de la madera o de la obtención de biogas para los cuales habrá que investigar entre otros temas:
- \* Procesos de fermentación anaeróbica a bajas temperaturas.
  - \* Dinámica poblacional microbiana.
  - \* Propiedades de materiales poco porosos.
  - \* Superficies selectivas.
- \* Como ya hemos dicho anteriormente no existen soluciones universales; por tanto lo que aquí se cita como opción general debe analizarse con cuidado para cada caso concreto a fin de determinar su factibilidad como alternativa tecnológica.



nes. Ni el criterio económico, ni la factibilidad técnica tomados por separado garantizan la aceptación real de un proyecto.

Por el contrario, sólo la conjunción de un análisis social, económico, técnico, cultural y participativo permitirá desarrollar opciones autogestivas.

De acuerdo a esto, los programas de investigación tendrán que ser interdisciplinarios, conjuntando por un lado, las disciplinas de ciencias sociales y naturales; por el otro, a los científicos, técnicos y trabajadores mediante una relación de diálogo.

Algunos programas que considerarían prioritarios para el corto plazo serían por ejemplo:

- Investigación, desarrollo y cuantificación de los recursos energéticos renovables del país a nivel local y regional.
- Estudio de las propiedades de materiales locales: barro, desechos agrícolas, etc.
- Tratamiento y reciclamiento de desechos humanos, animales y agrícolas para eliminación de organismos patógenos y obtención de biogás y fertilizantes.

iv) El siguiente paso, en el mediano plazo, será la formación de profesionales capacitados para enfrentar los nuevos requerimientos científicos y tecnológicos. Por tanto, será necesario reformular la educación a través de la reestructuración de los planes y programas de estudio, para permitir y alentar:

-La salida de los estudiantes del ámbito estrictamente universitario hacia las zonas en donde se estén atacando los problemas de investigación. Aquí puede jugar un papel muy importante la revalorización adecuada del servicio social, como instrumento clave en la mediación entre las carencias sociales y los estudiantes.

-La instauración de nuevos cursos y, especialmente, de nuevos enfoques dentro de los currícula de estudio. Tendremos que abandonar la rigidez y el excesivo reduccionismo de la educación formalista que actualmente se nos imparte para dar lugar a la entrada de distinto tipo de problemas más apegados a nuestro entorno. Ya no será necesario resolver únicamente problemas de fin de capítulo de libros extranjeros, por el contrario, el contacto con nuestro medio, proveerá un material fértil para el planteamiento de problemas a todo nivel; con la ventaja adicional de permitir que el estudiante se inicie en la investigación desde los primeros semestres de la carrera.

Como vemos, la generación de T.A. implica un verdadero reto y la empresa puede parecer muy difícil de realizar. En efecto, es un camino arduo y tendremos que poner en él todo nuestro empeño; pero hay algunas circunstancias que nos mantienen optimistas: aún bajo todas las limitantes actuales se han podido desarrollar en la Facultad de Ciencias de la UNAM algunas experiencias interesantes de lo que podrían ser los primeros pasos para una práctica científica diferente, ligada a los problemas sociales. Estamos hablando en concreto del trabajo en la comunidad de "Las Guacamayas", en Michoacán,

cuyos puntos generales se delinearon en el número anterior de esta revista; y de otros proyectos de extensión universitaria como el de Caleta de Campos, en la costa de Michoacán y el de la comunidad de Cheranástico en la meseta tarasca; con toda la serie de inconvenientes, errores y retos que entraña construir desde cero un programa de investigación basado en un esquema totalmente distinto del actual, creemos que los resultados positivos nos muestran que sí es posible otra forma de hacer ciencia.

Apoyemos entonces este tipo de investigación y contribuyamos mediante nuestro propio compromiso, a que se extiendan a otras áreas. Los problemas tecnológicos y científicos actuales de México dejando a un lado el "progreso", son más que suficientes para que necesitemos emplear todo nuestro ingenio y creatividad en la búsqueda de soluciones.

#### REFERENCIAS

1. Para una discusión más detallada, recomendamos la lectura del artículo de Amulya Reddy: "Algunos problemas de la generación de tecnologías apropiadas" en *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del Tercer Mundo*, Austin Robinson Comp. Ed. FCE, México, 1982.
2. COPLAMAR, *Necesidades esenciales de México*, Siglo XXI, eds. 1982.
3. Actualmente la SARH está promoviendo un programa nacional para la adaptación de estufas de leña (lorenas) pero éste todavía se encuentra en sus primeras fases.

A nosotros nos toca la elección: ¡Emprendamos el nuevo camino!

