

Bioconversión de la energía solar y aprovechamiento de los recursos renovables: hacia una nueva civilización industrial en los trópicos

IGNACY SACHS

Por el efecto conjunto del encarecimiento espectacular del petróleo y de la revolución en el ámbito de las ideas, la economía política de los recursos naturales se está transformando completamente. Es también probable que, por las mismas razones, la ciencia y la tecnología se reorienten en dirección de la problemática del aprovechamiento de los recursos renovables, en contraste notorio con la civilización industrial de nuestra época que descansa sobre la destrucción de las existencias, en última instancia limitadas, de recursos no renovables. A pesar de que la escasez de estos recursos no nos amenaza de inmediato, el problema de su limitación existe, tanto más cuanto que la utilización de yacimientos de acceso cada vez más difícil y de contenido pobre crea problemas de degradación ambiental y exige cantidades cada vez mayores de energía. De cualquier manera, la sustitución, en la medida en que fuese posible, del uso de una parte de las existencias de recursos no renovables por una corriente de recursos renovables aparece como una medida de buen sentido y como la única y definitiva respuesta a la perspectiva más o menos remota de agotamiento de los recursos no renovables o a la alteración de equilibrios ecológicos y climáticos fundamentales por la producción excesiva de calor.

Lo que se impone, por tanto, es un mejor aprovechamiento de los recursos renovables en general y de la bioconversión de la energía solar en particular. Para eso,

Nota: El autor, de la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales de París, preparó el presente trabajo para el Simposio Alternativas de Desarrollo y Energía Solar, celebrado en São Paulo, Brasil, del 20 al 22 de noviembre de 1975. [Traducción libre del portugués.]

conviene enfrentarse al ambiente no sólo como un conjunto de contaminaciones y degradaciones por evitar, sino también, y principalmente, como un conjunto de recursos por identificar y explorar en condiciones ecológicamente viables para la mejor satisfacción de los objetivos sociales. Por otro lado, los complejos técnico-industriales deben ser remodelados como verdaderos sistemas para eliminar desperdicios y valerse al máximo de todas las complementariedades de la producción.

Si en la problemática de recursos renovables destacamos especialmente la bioconversión de la energía solar, es porque se trata de un proceso sumamente cómodo de utilizar, de una fuente de energía prácticamente inagotable y que, además, no afecta el equilibrio térmico de nuestro planeta. En efecto, la humanidad siempre ha dependido de la bioconversión de energía solar para su sustento y, a pesar del uso cada vez más masivo de energía fósil y de otros insumos industriales, ésta continúa siendo la base de nuestra agricultura, silvicultura e indirectamente de la cría de ganado.

La dependencia fundamental del hombre con respecto a la bioconversión de energía solar no lo ha conducido, sin embargo, a explorar de una manera imaginativa las perspectivas que ésta ofrece. Al contrario, hasta ahora se ha mostrado bastante conservador, apegándose a unos cuantos cultivos, en su mayoría conocidos desde la época neolítica, y prefiriendo reproducir en diferentes latitudes y en contextos culturales y ecológicos muy diversos un número limitado de modelos institucionales y técnicos, no dudando en transformar profundamente, a veces a precio muy alto, los ecosistemas y las sociedades con el fin de hacerlos aptos para

aplicar un modelo y técnicas ajenas a las necesidades que plantea la realidad. Debemos tomar resueltamente la actitud opuesta, insistiendo en la necesidad de conocer mucho mejor las posibilidades específicas de cada medio natural y cultural; sobre la multiplicidad y la diversidad de soluciones adecuadas y el papel decisivo que cabe a las poblaciones interesadas en la identificación y realización de las estrategias de *ecodesarrollo*.

La batalla contra el hambre en el Tercer Mundo no puede ser ganada únicamente por la llamada "revolución verde", sin que esto implique un menosprecio por ella. Simplemente la "revolución verde" descansa en el uso de ciertas variedades seleccionadas de cereales que requieren dosis elevadas de abonos, bastante agua y plaguicidas, lo que no deja de causar en ciertos casos problemas de contaminación desastrosos: el arroz "milagro" de las Filipinas está dando altísimos rendimientos, pero los peces mueren en los arrozales y, como consecuencia de esto, el campesino sufre un deterioro en su régimen alimenticio. En otras palabras, la "revolución verde" permite solucionar el problema de la oferta de cereales allí donde existe capital en cantidades suficientes para proceder a las obras de irrigación y a la construcción de una fuerte industria química de abonos y plaguicidas. Tales condiciones existen en algunas regiones del Tercer Mundo, pero son excepcionales. Tendremos que buscar simultáneamente cómo aumentar la producción de alimentos humanos y de forrajes sin inversiones masivas de capital que, por lo demás, en la mayoría de los casos resultan también en concentraciones indeseables del ingreso.

El camino pasa por un examen cuidadoso del potencial de recursos específicos de cada ecosistema y de su relación con las necesidades sociales por satisfacer mediante sistemas de producción y técnicas que no imiten necesariamente la agricultura de las zonas templadas. Tomemos el ejemplo del bosque tropical húmedo. Su futuro está en los cultivos intercalados a la sombra de los árboles más que en los monocultivos a campo abierto; en los tubérculos más que en los cereales; en la acuicultura capaz de producir peces, mariscos y forraje; en la cría semiintensiva o intensiva de ganado a base de forrajes silvícolas y acuáticos en lugar de la cría extensiva en pastos obtenidos mediante la destrucción insensata del bosque. ¡Cuántas especies vegetales y animales nuevas se pueden añadir a nuestro patrimonio a partir de las riquísimas flora y fauna tropicales! ¡Qué campo enorme de experimentación para genetistas y para etnoecólogos interesados en analizar, como punto de partida para investigaciones futuras, el conocimiento que los indígenas tienen del medio en que viven! ¡Qué posibilidades abre al manejo cuidadoso de las cadenas tróficas para transformar la enorme biomasa de invertebrados en fuente de proteínas para consumo humano, utilizando aves o peces como conversores biológicos! ¡Cuántos forrajes nuevos y baratos se pueden extraer de la sobreabundante biomasa vegetal a través de técnicas relativamente simples de ingeniería biológica que hacen intervenir microorganismos y enzimas! El trópico húmedo constituye un desafío a nuestra imaginación: bien estudiado y bien manejado podrá producir una gran cantidad de alimentos en condiciones ecológicas estables. No hay tiempo que perder, pues cada día trae nuevas destrucciones del bosque y disminuye irremediablemente el potencial de los trópicos húmedos como uno de los silos del mundo del mañana.

Mutatis mutandis, el mismo razonamiento es aplicable a cada ecosistema; sin embargo, la productividad primaria del trópico húmedo lo coloca en posición de ventaja natural. Pocos son los desiertos inhóspitos que no dan ninguna oportunidad al hombre. Asimismo, no se debe excluir la posibilidad de su transformación en huertos mediante obras enormes destinadas a producir o a traer agua. Mencionemos, a título de ilustración, los estudios que proponen que se traigan los *icebergs* de la Antártida a las costas desérticas de Chile o Perú y la desalinización del agua del mar mediante la aplicación de energía solar que, aunque cara, puede justificarse en el contexto de una agricultura intensiva que trabaje con circuitos cerrados de agua. ¿Qué mejor aplicación se puede imaginar para los capitales acumulados por los países desérticos del Medio Oriente mientras perdure la actual coyuntura para su petróleo?

Para alimentar en armonía con el ambiente a una población mundial en rápido crecimiento habremos de reexaminar cuidadosamente el potencial de recursos de cada ecosistema hasta ahora desaprovechados. Sin descuidar la agricultura tradicional y en la medida en que nuestras civilizaciones industriales y urbanas producen en cantidades cada vez mayores residuos y basura, el aprovechamiento de éstos para fines productivos como abono o materia prima para la producción de forrajes puede constituir una fuente complementaria de recursos, tanto más interesante en la medida en que su recolección y destrucción obligan a gastos cada vez mayores, además de provocar contaminación. En este contexto vale la pena mencionar la problemática de los ecosistemas de las lagunas y los estuarios, a la orilla de los cuales se encuentran grandes concentraciones de población urbana. Dejando que las cosas sigan como hasta ahora, la productividad biológica de las lagunas y los estuarios acabará por ser destruida por las contaminaciones urbanas. Sin embargo, es posible fertilizarlas a partir de los residuos urbanos, abriendo perspectivas de una próspera acuicultura.

Estudios recientes, impulsados por la reciente crisis de energía, muestran que además de la producción de alimentos, la bioconversión de energía solar podrá servir para la producción en gran escala y en condiciones económicamente ventajosas de combustibles, sea en forma líquida (alcoholes), gaseosa (metano) o simplemente como leña. No se trata de un simple regreso a las prácticas milenarias y sí de un importante avance de la ciencia, en la medida en que supone combinar los resultados de investigaciones en materia de fotosíntesis y genética para obtener algas y plantas acuáticas y terrestres de crecimiento rápido y altos rendimientos, en química e ingeniería biológica para mejorar los procesos de transformación, en física e ingeniería de pirolisis* y combustión para aumentar el rendimiento energético del combustible.

La gama de soluciones propuestas en la literatura se extiende desde el cultivo de algas marinas gigantes hasta microalgas producidas en un medio enriquecido con gas carbónico, pasando por una multiplicidad de plantaciones de gramíneas, arbustos y árboles (que solucionan el problema de almacenamiento de energía, ya que son cortados a medida que se necesitan) adaptados a diferentes ecosistemas. Los residuos orgánicos y el desperdicio urbano constituyen otra

* Descomposición química que se obtiene por caldeo.

fuente posible de metano. Se discuten soluciones a escala industrial y pequeñas instalaciones descentralizadas. Las primeras son de interés para los países de gran extensión territorial y oferta limitada de petróleo —como Brasil, pero también para Estados Unidos—, las segundas pueden encontrar aplicación en las estrategias de desarrollo rural de los países pobres, como lo muestra la experiencia de la India, que se empeña con éxito en producir metano a partir del estiércol, obteniendo como subproducto un abono orgánico de valor considerable para su agricultura.

Avancemos un poco más y planteemos en toda su extensión la problemática y aprovechamiento de la materia vegetal y orgánica como materia prima industrial. Dos campos aparecen como particularmente prometedores en la configuración actual de precios relativos: los materiales de construcción y la química de polímeros.

La gama de materiales de construcción de origen vegetal puede ser expandida considerablemente gracias al uso de productos de impregnación y métodos de tratamiento que modifiquen sus propiedades físicas y, de esta manera, mejoren su calidad o abran nuevas posibilidades de aplicación y de mercados. Su superioridad económica y técnica para ciertos usos, como también sus valores estéticos, son reconocidos y su desplazamiento del mercado por metales y plásticos sólo se explica, en algunos casos solamente, por razones de una moda importada y por la capacidad superior de comercialización de las industrias de aluminio y plástico.

En cuanto a los polímeros, diremos solamente que la producción de una gran variedad de plásticos, caucho y otros productos químicos a partir de materia vegetal, sea por procesos tradicionales de hidrólisis, sea por química de enzimas, no sólo es factible a nivel de laboratorio, sino, de acuerdo con estudios recientes, parece ser competitiva a nivel de procesos industriales, por lo menos para algunos productos importantes dado el nivel actual de precios relativos de la madera y el petróleo.

Este resultado es sorprendente, ya que el predominio de la petroquímica en el curso de los últimos decenios hizo que se descuidase el estudio de la química vegetal en general y la química forestal en particular, por lo que las aplicaciones de la química de enzimas a la producción de polímeros exige todavía bastante esfuerzo de investigación.

En este momento conviene abordar dos puntos: la oferta potencial de materia prima y las consecuencias ecológicas de una eventual intensificación de la explotación de los bosques. Aunque esto parezca a primera vista paradójico, la expansión de la química forestal no acarrearía mayores destrucciones del manto forestal en la medida en que se haría mediante el aprovechamiento de maderas y arbustos de mala calidad en áreas ya explotadas del bosque para maderas de ley y pulpa de papel. El complejo de las industrias del bosque debe ser enfrentado como un sistema, utilizando de manera integral los residuos de la materia prima para diversos productos. Al conseguir esto, crearíamos mejores perspectivas económicas para la reforestación sistemática y la integración de la protección forestal, industrial, agrícola y acuática. De cualquier manera, el desarrollo en gran escala de las industrias basadas en materias primas vegetales sólo es concebible

dentro de un esquema de manejo riguroso del conjunto de los recursos renovables por el Estado, con pleno conocimiento de los ciclos ecológicos, selección cuidadosa de técnicas de producción para evitar la contaminación, y la reforestación sistemática, que no sólo mantendría intacta la superficie de bosques, sino que probablemente la aumentaría considerablemente en países de gran extensión territorial amenazados por la erosión, como consecuencia del desmonte ocurrido en los últimos siglos.

Estas condiciones no son fáciles de respetar. La tentación de destruir simplemente los recursos naturales para maximizar las ventajas inmediatas es parte de la lógica del mercado. Ello debe ser evitado a toda costa so pena de transformar la oportunidad de construir una nueva civilización industrial duradera (basada en el aprovechamiento de los recursos renovables) en un desastre ecológico y por tanto social, de proporciones inauditas. Sin embargo, la visión de una civilización industrial de los recursos renovables nos desafía con una perspectiva verdaderamente asombrosa por ser tan rica en oportunidades económicas y de estabilidad.

El desafío es universal y los argumentos en favor de los recursos renovables y de la bioconversión de energía solar son aplicables a cualquier parte del planeta. Es por tanto obvio que los países tropicales, que reciben más luz del sol y que tienen óptimas condiciones para la fotosíntesis, tienen una situación privilegiada. Si la civilización del carbón y del petróleo marcó la preponderancia de Europa y Estados Unidos sobre el resto del mundo, la civilización de los recursos renovables que se vislumbra dará al mundo tropical su oportunidad de desarrollo. Esta es una razón más para poner inmediatamente manos a la obra y desarrollar un ambicioso programa de investigaciones e intercambio de experiencias que una al conjunto de países del Tercer Mundo, interesados vitalmente en la problemática aquí esbozada y en la obtención de soluciones técnicas y sociales para el subdesarrollo, adaptadas a sus contextos ecológicos y culturales propios y, en consecuencia, diferentes de la experiencia histórica de los países hoy industrializados.

No se deben interpretar las líneas anteriores como un optimismo fácil y un intento de subestimación de la gravedad del momento que estamos viviendo. La crisis del desarrollo no se solucionará por sí sola. Las oportunidades que estamos perdiendo en los trópicos húmedos —para continuar con este ejemplo— muestran precisamente lo contrario. Si dejamos que las decisiones se hagan por el juego de las fuerzas del mercado, si persistimos en creer que la meta es reproducir las tecnoestructuras y las técnicas existentes en los países industrializados, tendremos la modernización sin desarrollo, el desperdicio de recursos y la destrucción irremediable del potencial de recursos renovables una vez que los ciclos naturales de su reproducción sean comprometidos por la erosión y por la contaminación de las aguas. Bastante imaginación, la reorientación drástica de las prioridades de investigación, el manejo racional de los recursos sujeto a una visión a largo plazo y, sobre todo, una organización social capaz de canalizar el esfuerzo de los hombres para la realización de sus objetivos primordiales —la eliminación de la pobreza, mayor igualdad y garantía de una existencia digna de ser vivida por todos— son los prerequisites de otro desarrollo.