

## TECNOLOGÍAS ADECUADAS: TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Jorge Loayza P.\*

Departamento Académico de Procesos, Facultad de Química e Ingeniería Química  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**Resumen:** En el presente artículo analizamos el papel de la tecnología con relación al desarrollo económico y el medio ambiente, en los países en vías de desarrollo. Se plantea la adopción de una "tecnología adecuada", que es la tecnología más conveniente para un país pobre, la cual debe ser el resultado de un amplio análisis y discusión por todos los sectores involucrados en la toma de decisiones y debe formar parte del Plan de Desarrollo Sostenible de cada país. La adopción de este tipo de tecnología posibilitará la generación de puestos de trabajo, la protección del medio ambiente, el comercio internacional y el desarrollo económico.

**Palabras clave:** tecnología adecuada, tecnología limpia, producción más limpia, desarrollo sostenible.

**Summary:** The present article analyzes the role of technology in relation to the economic development and the environment, for the case of developing countries. One considers the adoption of "adequate technology", that is the most advisable technology for a poor country, which must be the result of an ample analysis and discussion by all the sectors involved in the decision making and must comprise of the Plan of Sustainable Development of each country. The adoption of this type of technology will enable the creation of jobs, the protection of the environment, the international trade and the economic development.

**Key words:** adequate technology, clean technology, cleaner production, sustainable development

### INTRODUCCIÓN

La sociedad global a principios de este nuevo siglo se ve enfrentada, a una crisis como resultado del agotamiento de un generalizado estilo de desarrollo que se ha caracterizado por ser:

- ecológicamente depredador,
- socialmente indiferente,
- económicamente perverso, y
- políticamente injusto;

tanto a nivel internacional como sus repercusiones al interior de las naciones.

Esta crisis se ha visto reflejada tanto en el ámbito ecológico (por ejemplo, el deterioro de los recursos naturales del planeta); así como en el ambiental (por ejemplo, el debilitamiento de la capacidad de recuperación de los ecosistemas). Esta crisis también ha llegado a esferas ecopolíticas; es decir, ha afectado directamente a los sistemas institucionales y de poder que regulan la propiedad, la distribución y el uso de los recursos naturales<sup>1</sup>.

Muchos de los países en vías de desarrollo han sufrido las consecuencias o en otros casos,

---

\* Dirección electrónica: loape@hotmail.com, web site: www.jloayza.50megs.com

han tratado de asimilar los modelos tecnológicos e institucionales impuestos por las empresas transnacionales expresados como:

- modernización de la economía,
- urbanización,
- apropiación extensiva del stock de recursos naturales, y
- utilización de fuentes no renovables de energía.

De lo anteriormente indicado se puede inferir que los problemas del medio ambiente no pueden discociarse de los problemas del desarrollo. Si nos remontamos a la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Gro Burtland, 1987), identificada con los intereses de los países en vías de desarrollo del sur, se puede referir que los estilos de desarrollo han tenido fuertes repercusiones en el funcionamiento de los ecosistemas naturales, es por ello que los problemas del medio ambiente y las posibilidades que se lleve a cabo una forma de desarrollo sostenible se encuentran íntimamente relacionados.

Una forma de desarrollo sostenible para los países en vías de desarrollo debe ser capaz de:

- solucionar los problemas de pobreza estructural,
- satisfacer las necesidades básicas de alimentación, salud y vivienda,
- introducir y adoptar tecnologías adecuadas a sus características y posibilidades, y
- buscar las formas de generación de energía a partir de fuentes renovables.

En el caso de las economías latinoamericanas esto implica:

- volverlas más competitivas,
- promover la equidad social, y
- permitir la preservación de la calidad ambiental y del patrimonio natural de la región (capital natural: recursos naturales y biodiversidad).

Para poder lograr el desarrollo sostenible, además de los esfuerzos indicados, los países en vías de desarrollo requieren que los países desarrollados (países industrializados) asuman

el rol que les corresponde, con cambios en los patrones de producción y consumo; teniendo siempre presente que la mayoría de los problemas de contaminación son provocados por ellos mismos, a los cuales les corresponde la responsabilidad principal de combatirla<sup>1</sup>.

Con relación al papel que le toca desempeñar al habitante de un país en vías de desarrollo, este tiene que ser muy bien analizado, ya que en países con situaciones de extrema pobreza, el ser humano marginado o excluido de la sociedad y de la economía nacional no posee ningún compromiso para evitar la degradación ambiental, si es que la sociedad no logra impedir su propio deterioro como persona.

### **¿CÓMO LA TECNOLOGÍA PUEDE CONTRIBUIR AL DESARROLLO SOSTENIBLE EN UN PAÍS EN VÍAS DE DESARROLLO? (Un punto de vista personal)**

Las alternativas de solución a los graves problemas que afectan al medio ambiente de los países en vías de desarrollo, que quieran aplicar estrategias de desarrollo sostenible y no tomen en cuenta la **crisis de legitimidad** del sistema político a raíz de los verdaderos abismos sociales existentes en la región, sólo traerán como consecuencia la perpetuación de las insuficiencias del estilo imperante. Es por ello, que en el presente documento se incide en **uno** de los aspectos que deben tenerse en cuenta cuando en un país en vías de desarrollo se quiera propender al desarrollo sostenible, lo que implica la elección de la tecnología adecuada para este desarrollo, y que no es necesariamente la "de más alta tecnología", sino aquella que en determinado sector de la realidad industrial contribuya al desarrollo y a la vez haga posible la protección del medio ambiente, lo que constituye un nuevo punto de vista.

Para desarrollar el tema es importante hacer algunas precisiones con relación a la tecnología.

La tecnología, entendida como el conjunto de técnicas y conocimientos para transformar las

materias primas (*inputs*) en productos finales (*outputs*), debe ser compatible con el medio ambiente. Es decir, la tecnología debe ser capaz de generar la mínima cantidad de residuos, y como es inevitable tener residuos como parte del proceso productivo o de la prestación de un servicio, la tecnología debe proporcionar la forma de tratarlos, para de esta manera disminuir su capacidad de contaminación del medio ambiente, de tal forma que puedan ser asimilados por los ecosistemas naturales<sup>2</sup>.

La producción más limpia es una concepción más racional, para un país en vías de desarrollo, que el propiciado por la denominada "tecnología limpia"; da la oportunidad de adaptar la tecnología disponible con la finalidad de hacerla más limpia, lo que implica que la calidad ambiental mejore. Esto trae consecuencias, tales como, la disminución de enfermedades, el ahorro en costos por el tratamiento de residuos, la preservación de la calidad de los recursos naturales y traer otros beneficios, ya que con una adecuada gestión de residuos, se evitará el consumo excesivo de materias primas, se obtendrán beneficios adicionales por la comercialización de residuos y además se podrá generar empleo<sup>3</sup>.

La adopción de tecnologías que impliquen una producción más limpia, significa que a nivel

del país se han establecido lineamientos de política tecnológica previamente meditados y discutidos en forma multidisciplinaria y transdisciplinaria, por los representantes de los diversos sectores involucrados en el desarrollo de una localidad, de un país, de una región y en determinados aspectos a nivel mundial (como es el caso de las tecnologías a adoptar, con relación al Cambio Climático).

Con base a lo indicado, en un país en vías de desarrollo deben coexistir diferentes niveles tecnológicos. En general la alta tecnología (tecnología de punta o "high tech"), en su aplicación requiere menos mano de obra que una tecnología que en el presente documento se denomina "tecnología adecuada", que es la que los países en vías de desarrollo requieren para dar ocupación a la cada vez más creciente población desocupada, y que ha hecho del desempleo una forma de vida, que los va sumiendo aceleradamente en la miseria, concebida como una situación de degradación integral -desde el punto de vista social, económico y hasta cultural- ya que en muchos casos por las mismas presiones del sistema va perdiendo su propia identidad nacional y su autoestima.

Es por ello que los gobiernos de los países en vías de desarrollo tienen que buscar el con-

- Nivel de tecnología existente en el país (previo inventario y evaluación).
- Nivel de crecimiento poblacional.
- Distribución del ingreso.
- Porcentaje de población desocupada.
- Nivel de educación y capacitación (por sectores de la actividad industrial).
- Estado de la investigación en alguna área estratégica.
- Calidad de los servicios básicos.
- Situación del stock de recursos no renovables (por ejemplo: minas, yacimientos, etc.).
- Forma de manejo de los recursos renovables (por ejemplo, pesquerías, bosques, etc.).
- Fuentes de energía utilizadas.
- Situación de la biodiversidad.
- Relaciones socioculturales (por ejemplo, asentamiento de comunidades indígenas).
- Situación de zonas protegidas y aquellas que incluyan patrimonio histórico (por ejemplo, ruinas arqueológicas y afines).

**Cuadro N.º 1.** Información a tener en cuenta para la elaboración de lineamientos de política tecnológica en un país en vías de desarrollo

<sup>2</sup> Nota del autor :La generación de residuos es el resultado de un proceso productivo ineficiente.

senso entre las distintas agrupaciones políticas con la finalidad de diseñar un Plan de Desarrollo Sostenible, que posibilite la utilización de los diferentes niveles de tecnología existente en distintas actividades industriales, de acuerdo con las prioridades que se hayan establecido con relación a la satisfacción de las necesidades básicas de la población.

Si, luego de la elaboración del Plan, se llega a la conclusión de que se deben adoptar tecnologías de punta -por ejemplo en la agricultura, con la adquisición de tecnologías para producir "arroz dorado", mejorado genéticamente; o de tecnologías que a pesar de no ser "completamente limpias", sí pudiesen dar la oportunidad de acceder a una producción limpia, pero que tienen la posibilidad de generar mayores oportunidades de empleo, no sólo por la misma tecnología, sino también por el aprovechamiento de los residuos generados- los cuales pueden ser usados como materia prima de otros procesos; estas tecnologías deberían posibilitar reducir el uso de recursos naturales y la preservación de la calidad de los mismos.

Recordemos que en los países en vías de desarrollo se cuenta, por ejemplo, con bosques naturales (y también con bosques cultivados), que ofrecen la posibilidad de "secuestrar" CO<sub>2</sub>, por lo cual estos países recibirían una retribución económica que posibilitaría ejecutar planes de desarrollo y la consiguiente inversión en tecnologías de punta, como una forma de acceder a mercados internacionales (comercio internacional) y obtener las divisas que tanto requieren.

### **EL IMPACTO DE LAS ALTAS TECNOLOGÍAS**

Las altas tecnologías tienen la propiedad de impresionar por el poder y la velocidad para el cambio, por sus artefactos y por la promesa de resolver los problemas del sufrimiento humano (que son cada vez mayores), ofreciendo nuevas soluciones.

Sin embargo, la alta tecnología no siempre permanece en la vanguardia, y tampoco avanza

en línea recta. Las consecuencias imprevistas de una nueva tecnología pueden ser tan importantes como sus promesas iniciales, especialmente si se actúa sin considerar el impacto que puede ejercer sobre la humanidad y el ambiente del planeta.

En los próximos años, la alta tecnología parecerá cada vez más obsoleta ya que los problemas no serán resueltos por la ingeniería o la informática sino por la biotecnología y la nanotecnología. Actualmente la limpieza de un derrame de petróleo requiere la utilización de maquinaria que altera el ecosistema marino; pero en el futuro se generalizará el uso de microorganismos como resultado de la investigación en ingeniería genética. Así se hace la limpieza de manera invisible (bioremediación).

Pero, en vista de la existencia de desniveles económicos y tecnológicos tan marcados, entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo; a corto plazo, las altas tecnologías no podrán reemplazar a las "bajas tecnologías". Y es muy importante tener en cuenta que, si no prevemos el impacto de las tecnologías antes de aplicarlas, será imposible usarlas de manera prudente, fructífera y respetuosa<sup>4</sup>.

### **EL EQUILIBRIO ESTACIONARIO DE CIERTOS ADELANTOS TECNOLÓGICOS Y LAS TECNOLOGÍAS "AUTOACELERADAS"**

Los adelantos tecnológicos de este nuevo siglo difieren de manera fundamental con las tecnologías anteriores. El desarrollo del teléfono, el automóvil, la televisión o la aeronáutica se aceleró durante un tiempo y transformaron la sociedad, pero luego se estabilizaron en un ritmo de cambio que se podía controlar. Estas tecnologías se beneficiaron más al permanecer estables que si se hubieran transformado de forma radical. Esta condición estable, predecible y fiable se conoce como "equilibrio estacionario".

En la actualidad, producto de la creciente investigación, se han desarrollado la biotecnología y la nanotecnología, que son tecnologías "auto-aceleradas", es decir, que los resultados de sus

propios procesos les permiten evolucionar con mayor rapidez. Las tecnologías que poseen esta propiedad de desarrollarse de manera perpetua y autoacelerada (llamada a veces "autocatalítica"), crecen en condiciones inestables, impredecibles y poco fiables. Puesto que estas tecnologías autocatalíticas son el motor de sectores sociales enteros, existe el riesgo de que toda la civilización llegue a ser inestable, impredecible y poco fiable<sup>5</sup>.

La permanente revolución tecnológica crea dificultades en la planificación y la sociedad que no su futuro siempre es una sociedad frágil.

Puede ser que las nuevas tecnologías sean autoaceleradoras, pero no son autodeterminantes. Son el resultado de un acuerdo social que exige la renovación constante. Son tan potentes que seguramente sufrirán violentas oscilaciones, pero su marcha tenderá a un punto medio de carácter dinámico: más lento de lo que esperan los optimistas, pero más rápido de lo que la humanidad, según los pesimistas, puede tolerar<sup>6</sup>.

### **UN EJEMPLO DEL USO DE ALTA TECNOLOGÍA ("HIGH TECH") EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO**

Los países en vías de desarrollo, siempre están atentos a lo que pasa a su alrededor, y muchos gobernantes deslumbrados por los adelantos tecnológicos en los países industrializados, se sienten impotentes y piensan que la mejor

manera de alcanzar el mismo nivel de desarrollo y competencia es asilando la tecnología de punta o alta tecnología ("high tech"). Esto en realidad no es cierto puesto que se tiene que hacer un análisis sereno para buscar el tipo de tecnología y en que área de la actividad industrial vamos a utilizar o para la satisfacción de tal o cual necesidad apremiante de la población se va a emplear.

Es por ello que en el recuadro se presenta una situación en la cual un país en vías de desarrollo puede adoptar un tipo de tecnología de acuerdo a sus necesidades, una "tecnología adecuada".

### **CONCLUSIONES**

- Los países en vías de desarrollo, países pobres, requieren invertir en tecnología, con la finalidad de solucionar sus problemas económicos y ambientales, pero deben cuidarse del tipo de tecnología que van a adquirir.
- No existe un tipo de tecnología especialmente recomendada, sino una "tecnología adecuada", que es la que verdaderamente requiere un país en vías de desarrollo. No necesariamente es una tecnología de punta o "high tech", o autoacelerada, o una tecnología limpia, sino simplemente aquella que contribuya a generar empleo, a solucionar el hambre de la población, a preservar los recursos naturales y a mejorar la calidad de vida del ambiente.
- Se requiere de profesionales capacitados para hacer la selección correcta de la "tecnología

En nuestros países existe una preocupación y una desesperación por alimentar a una población desnutrida y que crece vertiginosamente, es por ello que es necesario en este caso volver la vista a la biotecnología, que no es la solución a todos los males, pero si puede contribuir a solucionar el problema del hambre. Es sabido que en los países en vías de desarrollo, la pérdida de cosechas no es la única causa del hambre. La pobreza desempeña un papel fundamental; en la actualidad más de 1 000 millones de personas en todo el mundo viven con menos de un dólar al día. Los cultivos modificados genéticamente no reducirán el hambre si los granjeros, los agricultores o los campesinos no pueden pagar los costos necesarios para su cultivo o si la población local no puede comprar los productos de la agricultura (6). No se debe olvidar, y esto es un punto muy importante a tener en cuenta por los gobiernos de los países en vías de desarrollo, que la biotecnología requiere de la investigación para su desarrollo, por lo tanto sus productos suelen ser demasiado caros para el nivel económico de nuestros países, pero es importante la inversión en este tipo de tecnologías que contribuyen a solucionar uno de los problemas más urgentes y que posibilitará enfrentar con éxito otros aspectos del desarrollo.

adecuada", es por ello que un país en vías de desarrollo deberá dirigir sus inversiones a la educación en todos los niveles. En el caso del desarrollo tecnológico deberá apoyar a sus institutos de investigación y universidades.

- Para desarrollar y preservar, se necesita de un nuevo enfoque, que mire las cosas objetivamente, cubriendo todos los aspectos del desarrollo, ya que es posible desarrollarse sosteniblemente, es decir en compatibilidad con la protección ambiental y la preservación de los recursos.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Guimaraes Roberto P. El Desarrollo Sustentable: ¿Propuesta alternativa o retórica neoliberal?. Ponencia presentada al Foro sobre el Desarrollo Sostenible y la Reforma del Estado en América Latina y el Caribe,

organizado por el Colegio de México y el PNUMA, Abril, 1994.

- [2] Loayza, Jorge, *Apuntes de clase. Diseño de Plantas Químicas*. Facultad de Química e Ingeniería Química. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Semestre. Lima. 1998-II.
- [3] Loayza, Jorge, *Apuntes de clase. Ingeniería Ambiental*. Facultad de Química e Ingeniería Química. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Semestre. Lima. 1999-I. 2002-I.
- [4] Naisbitt Nana y Naisbitt John, ¿Quedará la alta tecnología obsoleta?. *Time Magazine*. 16 de Junio del 2000. Página 19.
- [5] Brand Stewart. "¿Se mueve demasiado rápido la tecnología?" *Time Magazine*. 16 de Junio del 2000. Página 18.
- [6] Gates Bill. ¿Cómo serán los alimentos del futuro? Publicado en *Time Magazine*. 16 de Junio del 2000. Página 8.