

NACIONES UNIDAS
CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



Distr.
LIMITADA
E/CEPAL/MEX/SEM.6/L.8
4 de noviembre de 1981
ORIGINAL: ESPAÑOL

CEPAL

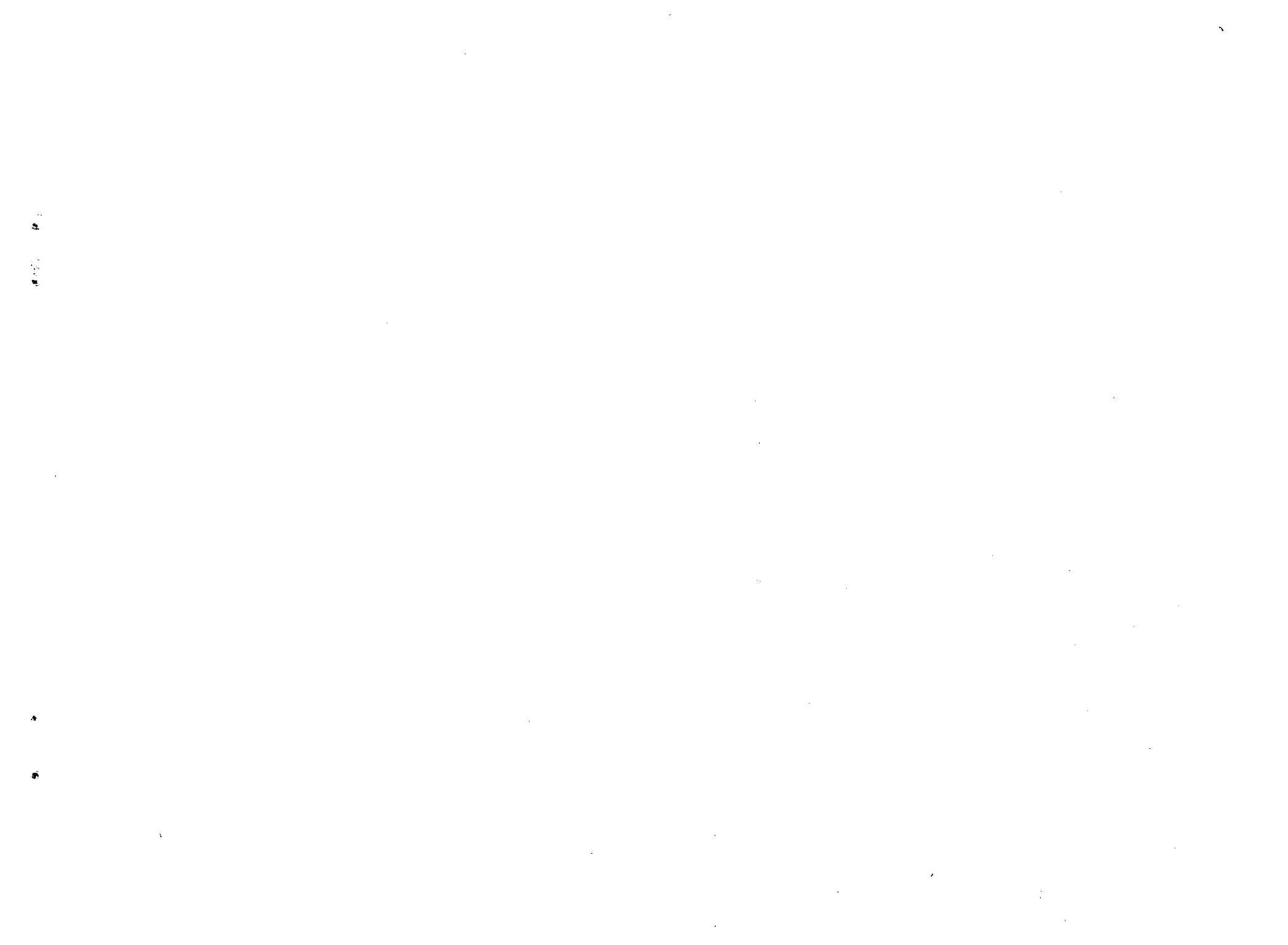
Comisión Económica para América Latina

Seminario de tecnologías Apropriadas para los
Asentamientos Humanos
Lima, Perú, 30 de noviembre a 12 de diciembre, 1981



DESARROLLO, MEDIO AMBIENTE Y GENERACION DE TECNOLOGIAS APROPIADAS*

* Texto tomado de Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina, Selección de Osvaldo Sunkel y Nicolo Gligo, Fondo de Cultura Económica, 1981, México. (El Trimestre Económico, Lectura 36, segundo volumen.)



35. DESARROLLO, MEDIO AMBIENTE Y GENERACIÓN DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS

Amílcar O. Herrera

I. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

a) El marco histórico

AUNQUE hay consenso sobre el papel determinante que corresponde a la tecnología en el mundo moderno, no es fácil definirlo con precisión. Hasta hace unos decenios se definía simplemente como "la ciencia de las artes mecánicas e industriales"; se la veía asociada con el sistema de producción material, y así relacionada casi exclusivamente con los aspectos materiales de la cultura. En los últimos tiempos esta posición ha cambiado radicalmente. Según L. Winner,¹ "la tecnología, en sus varias manifestaciones, es una parte significativa del mundo humano. Sus estructuras, procesos y alteraciones entran y se hacen parte de las estructuras, procesos y alteraciones de la conciencia humana, de la sociedad y de la política". Puede decirse que, en general en cada sociedad la tecnología puede definirse como el conjunto de herramientas, materiales, conocimientos y habilidades empleados para satisfacer las necesidades de la comunidad y asegurar su control sobre el medio físico. Condiciona el "qué hacer" y "cómo hacer" de la sociedad.

Esta concepción —la tecnología como elemento central de la cultura y no sólo de sus manifestaciones materiales— implica que su transferencia envuelve una transmisión de formas socioeconómicas y culturales. En otras palabras, la transferencia de tecnología es una forma de comunicación que trasmite información social.

Esta forma de comunicación es especialmente efectiva porque es sutil; la información que trasmite no es explícita, y actúa sobre la sociedad receptora modificando sus estructuras productiva, orgánica y social, aun antes que su efecto total sea percibido claramente. En las palabras de A. Reddy, "la tecnología se parece al material genético, que lleva el código de la sociedad que la concibió y desarrolló y que, dado un ambiente favorable, trata de reproducir esa sociedad".²

¹ L. Winner, *Autonomous technology*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1977.

² A. X. Reddy, *Background and concept of appropriate technology*, docu-

La principal característica de esta transferencia de información cultural es que se trata de un canal de comunicación unidireccional desde los grandes países occidentales industrializados hacia el resto del mundo, casi sin acción recíproca en el sentido opuesto.

No es nuevo el papel social determinante de la tecnología y su transferencia: es un fenómeno que se ha dado en toda la historia. Sin embargo, nunca en el pasado sus efectos fueron tan generales, ni tan penetrantes sobre todas las actividades de la sociedad receptora. La razón no radica sólo en el hecho de que la tecnología moderna sea tanto más eficiente que las anteriores.

En cualquier cultura cabe identificar —concomitantemente con la tecnología— un cuerpo de ideas y conocimientos esencialmente explicativos que incluyen la religión, las supersticiones, la filosofía y la ciencia. El conocimiento científico existió, aunque en forma rudimentaria, aun en las primeras etapas de la civilización.

En las culturas antiguas la tecnología tenía dos características principales: era muy simple, y el conocimiento en que se basaba era compartido prácticamente por toda la comunidad. En este sentido era parte integrante de la cultura social e individual. Por otra parte, era no científica; su base era empírica, con poca o ninguna conexión con el cuerpo de conocimientos explicativos.

Cuando la tecnología era transferida su efecto social se mitigaba por varios factores: el primero era que, como esas tecnologías se incorporaban fácilmente a la sociedad receptora no creaban una dependencia significativa de la sociedad donante. El segundo, que como esas tecnologías eran esencialmente no científicas, su introducción tenía poco efecto sobre el cuerpo de conocimientos explicativos que constituyen el núcleo vivo de toda cultura. Finalmente, como la introducción y diseminación de nuevas tecnologías era un proceso muy lento, había mucho tiempo para que la sociedad receptora introdujera las adaptaciones requeridas sin efectos distorsionantes sobre su cultura.

Esta situación no cambió sustancialmente en toda la antigüedad, aunque el periodo griego merece una especial mención. Sobre todo en el periodo alejandrino, el conocimiento científico sistemático de esta civilización comenzó a evolucionar a un grado comparable con el alcanzado en el mundo occidental durante la revolución científica del siglo XVI. Sin embargo, a diferencia de lo sucedido en el proceso que comenzó en Europa en ese siglo, la ciencia griega no produjo una tecnología científica. No fue muy superior a la usada por otras sociedades contemporáneas mucho menos avanzadas en materia científica. La explicación más probable es que, como la producción en la sociedad griega estaba basada en gran parte en la mano de obra esclava, no hubo incentivo social suficiente para incrementar la eficien-

mento presentado al Appropriate Technology Workshop, abril de 1978. Karnata State Council for Science and Technology, India.

cia de los medios de producción. Un factor coadyuvante fue seguramente la falta de un conocimiento artesanal —especialmente en la metalurgia— del nivel que se desarrolló en Europa durante el curso de la Edad Media, y que fue la base técnica de las primeras aplicaciones de la ciencia al mejoramiento del sistema productivo.

La separación entre ciencia y tecnología se mantiene, sin mayores cambios, hasta bien avanzada la revolución industrial. La característica más interesante de este proceso, desde el punto de vista de nuestro análisis, es que no fue iniciado por la revolución científica, comenzada dos siglos antes, sino por factores socioeconómicos.³ Sólo en la segunda etapa de la revolución industrial —con la demanda de la industria química y la introducción de la electricidad— la tecnología basada en la ciencia se incorpora realmente al desarrollo industrial. Durante este siglo las dos guerras mundiales y la competencia por poder y prestigio, y el control del mercado mundial por las grandes potencias convirtieron a la tecnología científica en el paradigma mismo del progreso.

La introducción de la tecnología científica originó un fenómeno que determina, en gran medida, las características del mundo moderno. La creación de tecnología, que durante toda la historia fue una actividad común a todas las sociedades, se convierte cada vez más en el privilegio de un pequeño grupo de países, y entre éstos, de organizaciones y empresas que pueden financiar sus costos siempre crecientes. Para una gran parte de la humanidad, y particularmente para los países en desarrollo, la tecnología se convirtió en un factor exógeno.

La transferencia unidireccional indiscriminada de tecnología en el mundo contemporáneo —con sus valores sociales y culturales implícitos— no se puede explicar sólo en términos de la eficiencia superior de la tecnología occidental. Aun sin discutir su superioridad en términos de productividad, muchos países en desarrollo tienen una capacidad mucho mayor para adaptarla a sus propias condiciones sociales y culturales, que la que usan en el proceso de transferencia. Por otro lado, muchas tecnologías fueron adoptadas, aun cuando su eficiencia, en términos económicos y ambientales generales, no era superior a la de las que estaban en uso en las sociedades receptoras.⁴ La aceptación indiscriminada de la tecnología de las grandes potencias tiene otras raíces además de la eficiencia.

La tecnología occidental está respaldada por el prestigio de la ciencia moderna. Se supone implícitamente que la tecnología

³ Véase por ejemplo Hobsbawm, *The Age of Revolution 1789-1848*, The New American Library, Nueva York, 1964, p. 47; R. M. S. Blacket, *The science of science*, Penguin Book, 1964; Lord Bowen, *Problems of science policy*, OUP, 1968, p. 22.

⁴ Véase C. Furtado, *Development: theoretical and conceptual considerations*, IAE/PES Round Table, Varsovia, 1978.

evoluciona en forma unilineal como la consecuencia natural e inevitable del desarrollo de la ciencia moderna. En esta concepción la tecnología evoluciona en un proceso autocontenido, relativamente independiente de la voluntad humana. Utilizando un símil biológico, la tecnología evoluciona como si estuviera dirigida por un código genético interno, muy poco afectado por el ambiente exterior. Se olvida que la dirección en que la tecnología se desarrolla es, en gran medida, una función de los valores culturales y sociales. Es cierto que el conocimiento científico evoluciona siguiendo una cierta secuencia lógica debido a su misma naturaleza, pero un cierto cuerpo de conocimientos científicos permite la creación de muchas tecnologías posibles, y la que se adopta depende, en última instancia, de los objetivos y valores de la sociedad en cuestión.

El concepto dominante de desarrollo —en el cual se basa el tipo de tecnología adoptada— se originó fundamentalmente en la Europa de posguerra.⁵ Adaptado a los países subdesarrollados, el problema parecía relativamente simple, por lo menos desde el punto de vista conceptual: repetir el camino recorrido en el pasado por los países ahora avanzados. En la práctica, sin embargo, esta rica y compleja evolución se reduce fundamentalmente a un proceso de industrialización. En cierto sentido, y en contextos diferentes, "desarrollo es industrialización", y la frase de Lenin "comunismo es electricidad", reflejan el mismo concepto mecanicista del progreso imperante en el siglo XIX. En esta concepción —que implica toda una visión del hombre— las diferencias culturales fueron olvidadas casi por completo. Las características específicas de las sociedades pobres fueron evaluadas casi solamente en función de su utilidad para la concepción prevaleciente de progreso. En la medida en que esa especificidad cultural ponía obstáculos para la occidentalización de esas sociedades, se la consideró un signo de atraso destinado a desaparecer. En otras palabras, las diferencias culturales fueron asimiladas implícitamente a los estadios del desarrollo económico.

El último factor —considerado generalmente el más importante— es la distribución internacional del poder. Como este tema ha sido ampliamente analizado —especialmente en la América Latina, en la teoría de la dependencia— nos referiremos aquí a un solo aspecto que se relaciona directamente con el tema de este trabajo. Como es bien sabido, el fenómeno de la dependencia se articula entre los factores de poder externos —las grandes potencias industrializadas— y minorías privilegiadas de los países en desarrollo que detentan la mayor parte del poder económico y político. A través de estas minorías transnacionalizadas se realiza la transferencia unidireccional de tecnología. No es realmente un proceso de comunicación intercultural; es real-

⁵ P. Streeten, *Development: what have we learned?*, IAE/PES Round Table, Varsovia, 1978, pp. 20-23.

mente un proceso de comunicación interna entre las sociedades industrializadas y las minorías privilegiadas del Tercer Mundo, que comparten sus valores esenciales, sus hábitos culturales y sus pautas de consumo.⁶ Las vastas mayorías de los países en desarrollo sólo son receptores pasivos en un proceso que no pueden controlar.

b) El marco histórico en la América Latina

Desde el punto de vista de la historia de su evolución científica y tecnológica, la América Latina presenta algunas diferencias con el resto del mundo en desarrollo. La más importante es que la América Latina alcanza su independencia política en la primera mitad del siglo pasado, mientras que la mayoría de los países de Asia y África sólo la obtuvieron en los últimos decenios como resultado del proceso de descolonización generado principalmente por la segunda Guerra Mundial. En lo que se refiere a los sistemas de investigación y desarrollo esas diferencias son, sin embargo, menos significativas de lo que a primera vista pudiera parecer. Es cierto que los países de la región — por lo menos los más adelantados— presentan un grado de avance científico mayor que el de la mayoría de los demás países en desarrollo, pero aun esto no es una regla general; países que sufrieron más intensamente los efectos de la dominación colonial —como la India, Paquistán, las dos Coreas, Egipto— tienen sistemas comparables o superiores a los de los países de la región. Es en el grado de dependencia tecnológica, sin embargo, en que las diferencias son menos significativas.

En la mayoría de los países de la región el proyecto nacional⁷ o modelo de desarrollo que condiciona la mayor parte de su historia, tuvo su origen en el periodo inmediatamente poscolonial. Fue en ese periodo que se consolidó la inserción de estos países como economías periféricas dependientes, exportadores de materias primas e importadores de manufacturas de los grandes centros industrializados.

La imposición e implementación de este esquema de desarrollo no fue fácil, como lo atestiguan las luchas civiles que se producen en ese periodo. Los modelos de desarrollo se basaron en última instancia en el cultivo extensivo de la tierra, en la explo-

⁶ Sobre el proceso de transnacionalización, véase O. Sunkel y O. Fuenzalida, *The transnationalization of capitalism and national development*, ms. The University of Sussex, 1977.

⁷ El proyecto nacional es el conjunto de objetivos (o modelo del país) al cual aspiran las clases o fuerzas sociales que controlan, directa o indirectamente, el poder económico y político. Proyecto nacional no es lo mismo que "aspiraciones o ideales nacionales", si se entiende por esto el ideal social al cual aspira la comunidad, o la mayoría de sus componentes. Esto sólo puede convertirse en proyecto nacional si es adoptado por el sector de la sociedad que tiene el poder político suficiente para implementarlo.

tación de las principales fuentes de recursos naturales por empresas extranjeras, y en una industrialización muy limitada para producir unos pocos bienes de consumo.

Este modelo no requería investigación científica y tecnológica salvo como lujo cultural, o en unos pocos campos que podrían denominarse de mantenimiento, tales como la medicina y las ingenierías, encaradas estas últimas en sus aspectos puramente profesionales. Se generó así algo de investigación básica, principalmente en relación con las pocas disciplinas que tenían alguna demanda social, como el caso de la medicina, que estimuló como subproducto la investigación en la bioquímica. De cualquier manera, estos pocos centros de investigación básica se desarrollaron como núcleos aislados, casi totalmente desvinculados de los problemas locales y fuertemente influidos por los grandes centros científicos del exterior.

En los primeros decenios de este siglo se produjeron cambios en el escenario internacional que hicieron difícil el mantenimiento de este esquema de desarrollo. Los principales fueron: la gran depresión de los años treinta, que originó una reducción radical en la demanda de materias primas; las dos guerras mundiales, que obstaculizaron la afluencia de bienes manufacturados hacia la región durante largos periodos, y el continuo deterioro del precio de las materias primas en relación con las manufacturas. Simultáneamente con la presión generada por factores externos, aparecen o se hacen más evidentes los elementos internos que también modifican las condiciones en que se basaba ese modelo de desarrollo. Entre los más significativos pueden enumerarse el crecimiento demográfico; la rápida urbanización, en parte debida a la migración de campesinos a las ciudades; el crecimiento de la clase media como consecuencia de la industrialización, la expansión de los servicios y la ampliación de la burocracia gubernamental; el rápido crecimiento del proletariado industrial, particularmente en los países más avanzados de la región y, finalmente, la expansión de la educación y de los medios de comunicación de masas, que llevaron nuevos hábitos y valores a sectores de la población hasta entonces aislados de todos los procesos de decisión social.

En consecuencia, los países de la región enfrentaron una combinación de nuevas circunstancias que se caracterizó por una situación internacional que hizo cada vez más difícil satisfacer con importaciones la demanda de bienes manufacturados, junto con una presión creciente de grandes sectores de la población que reclamaban participar en el proceso político. Esta constelación de nuevos factores obligó a introducir cambios en el modelo de desarrollo vigente. Comienza o se acelera la industrialización basada en la sustitución de importaciones, que alcanza su auge en el periodo comprendido entre la gran crisis y el final de la segunda Guerra Mundial. Al mismo tiempo, en casi todos

los países de la región la clase media en rápida expansión tiene acceso al poder político. Sería un error, sin embargo, suponer que hubo una correlación directa entre el acceso de la clase media al poder político y la industrialización. Claudio Veliz, discutiendo las características de la nueva clase media y su influencia en el proceso de cambio, dice: "Formaron partidos reformistas que, con muy pocas excepciones, eran predominantemente urbanos, partidarios del libre comercio, liberales, radicalmente anticlericales, y no industriales. Mientras en Europa existió en el siglo XIX una relación directa entre el crecimiento de la industria y la demanda de reformas, esto no sucedió en la América Latina, donde el 'reformismo industrial' importado de Europa precedió paradójicamente a la industria por casi un siglo. Los factores reformistas latinoamericanos no representaban intereses manufactureros por la simple razón de que no había manufacturas suficientemente importantes como para constituir grupos nacionales de presión... Por lo tanto durante las dos décadas que siguieron a la gran depresión, la industria entró en la América Latina, no como el resultado de una política deliberada de modernización de parte de una clase media urbana reformista, o como la consecuencia marginal de la forma de vida distintiva de una clase industrial en ascenso sobre el modelo europeo, sino como resultado directo de un accidente histórico."

Las características de la clase media industrial emergente, el hecho de que las viejas clases dominantes y sus asociados externos controlaban todavía los sectores claves de la economía, y el temor a incorporar las masas al proceso, con el consiguiente riesgo de no poder controlarlas, hizo que no pudieran introducirse las reformas sociales y políticas necesarias para implantar un verdadero modelo de desarrollo basado en la industrialización. Los nuevos sectores sociales emergentes prefirieron compartir el poder con las antiguas clases dominantes, y seguir un camino moderadamente reformista, antes que introducir cambios radicales en el sistema. Como resultado, el acceso de esa clase media al poder político fracasó en producir un nuevo modelo integral de desarrollo, y el viejo esquema conservó buena parte de su vigencia conceptual, aunque adaptado a las nuevas circunstancias.

La principal consecuencia de esa marginación de las mayorías en la concepción e implementación del nuevo modelo de desarrollo, fue que la producción industrial se dirigió a la satisfacción de la demanda de los sectores de más altos ingresos, que adoptaron las pautas de consumo de las clases medias y altas de los países centrales. Este proceso fue apoyado y reforzado por la fuerte expansión de las empresas transnacionales, que exportaron a la periferia las pautas de producción y consumo de sus países de origen. Este tipo de modernización se produce en todos los sectores de la economía. Sus resultados, ampliamente analizados

en la bibliografía socioeconómica latinoamericana pueden sintetizarse brevemente como sigue: a) el esfuerzo productivo se concentra en la demanda de los sectores de más altos ingresos, marginando al resto de la población, que no alcanza a satisfacer siquiera sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, educación y salud; b) las nuevas tecnologías intensivas de capital y energía no guardan relación con la dotación de factores de la mayoría de los países de la región. En particular, las tecnologías que ya no pueden absorber totalmente la mano de obra de los países centrales —con altas tasas de inversión y bajo crecimiento demográfico— son introducidas en países con menor capacidad de inversión, elevada desocupación estructural y alto crecimiento demográfico. El resultado es el aumento de la desocupación, ya que las nuevas formas de producción remplazan las actividades locales de uso intensivo de mano de obra, sin capacidad para absorber el personal desplazado; c) con mucha frecuencia, las nuevas formas de producción y las tecnologías introducidas no se adecuan a las condiciones ambientales de la región. En consecuencia, su efecto ambiental es más destructor que en sus países de origen.

El breve análisis anterior permite comprender la evolución de la política científica de los países de la región. A comienzos del proceso, la demanda ejercida sobre los sistemas de investigación y desarrollo fue muy reducida; la industrialización se inicia con la sustitución de importaciones fáciles de producir, y la tecnología también se importa. A medida que el proceso avanza, sin embargo, la producción de bienes cada vez más refinados y la necesidad de exportar bienes no tradicionales debido al deterioro de la balanza de pagos, hizo sentir la necesidad de contar con sistemas de investigación y desarrollo más eficientes. La incapacidad de éstos para llevar a cabo investigaciones originales, o aun para adaptar en forma eficiente las tecnologías generadas en el exterior, fue uno de los factores que contribuyó a la declinación de la capacidad de competencia en el mercado internacional.

La construcción de sistemas capaces de interactuar con el sistema productivo, encontró desde el principio dificultades que no pudieron superarse. Los problemas eran muchos y complejos, pero la dificultad fundamental tuvo su raíz en el hecho, ya señalado, de que la clase media ascendente llegó a compartir el poder sin haber sido capaz de elaborar una verdadera alternativa al proyecto nacional imperante. Como la organización económica de la cual la vieja clase dominante deriva su poder permanecía en buena medida vigente, la misma tenía todavía una influencia decisiva en la dirección del desarrollo. Esta influencia la ejercía directamente, o se expresaba a través del control ideológico y cultural sobre una buena parte de la clase media, incluida la burguesía industrial.

Esta *élite*, en parte por su formación cultural y en parte en defensa de su propio interés, no tenía ni la capacidad ni el deseo de crear sistemas de investigación y desarrollo realmente eficientes. Su concepto del desarrollo exigía muy poca tecnología local, y en consecuencia consideraba la actividad científica como un lujo sólo apropiado para los países centrales. El concepto instrumental de la ciencia, su concepción como herramienta de cambio, tropezó con resistencias muy profundas. Dado que esa *élite* estaba esencialmente preocupada por conservar el sistema vigente en la medida de lo posible, cualquier cambio que pudiera alterar su precario equilibrio era visto como potencialmente peligroso.

Este último factor tuvo consecuencias muy importantes para el desarrollo científico de la región. El objetivo de las clases dominantes no fue conseguir la autonomía científica y tecnológica de sus países, sino crear sistemas de investigación y desarrollo (10) que corrigieran los efectos más evidentes del aparato productivo, sin poner en cuestión su validez fundamental. Se hizo pronto evidente, sin embargo, que es muy difícil circunscribir de este modo la actividad científica. Los centros científicos más o menos autónomos, particularmente las universidades, tienden a convertirse en centros de discusión donde se cuestionan los valores fundamentales del orden vigente. La reacción de las clases dominantes es bien conocida: supresión de la discusión libre, persecución ideológica, selección de científicos más por su ideología que por su capacidad intelectual, etcétera. El resultado es que la estructura científica, sometida a un régimen incompatible con la genuina creación intelectual se degrada hasta ser incapaz de responder aun a las limitadas demandas del sistema.

Por otra parte, e incluso en los países donde a pesar de los problemas señalados los sistemas de investigación y desarrollo alcanzan una evolución significativa, su acción sobre el sistema productivo se hace prácticamente inútil por la estructura y orientación de los mismos. Como ya hemos visto, la mayor parte del sistema productivo se orienta a satisfacer las necesidades de los sectores de altos ingresos, que tienen las mismas pautas de consumo de los países ricos industrializados. En este tipo de producción la tecnología cambia continuamente debido a la investigación tecnológica que se efectúa en los países desarrollados. Es obvio que para los débiles sistemas de investigación y desarrollo de la América Latina es imposible competir, en el mismo terreno, con los sistemas científicos de los países centrales. El resultado final es que casi todas las tecnologías se importan masivamente y, en el mejor de los casos, los países receptores sólo pueden introducir adaptaciones menores a las condiciones locales.

c) *Transferencia de tecnología y medio ambiente*

El hecho de que los países subdesarrollados utilicen tecnologías importadas indiscriminadamente tiene una importancia fundamental en relación con el efecto de las mismas sobre el medio ambiente. En lo que sigue analizaremos brevemente las diferencias entre los países centrales y los periféricos en cuanto al efecto ambiental de las mismas tecnologías y en relación con su capacidad de controlarlo.

1) *Adecuación de las tecnologías al medio ambiente.* Todas las sociedades han creado, mediante un largo proceso de tanteos sucesivos, tecnologías razonablemente adecuadas a su medio ambiente físico y humano. Los países actualmente desarrollados no son una excepción. Las tecnologías que crearon a partir de la revolución industrial correspondían también a sus características específicas: dotación de recursos naturales y humanos, condiciones ecológicas, etcétera. Esto no significa que no produjeran también efectos nocivos sobre el medio ambiente, pero éstos fueron corregidos, por lo menos en parte, por un continuo esfuerzo de adecuación. El acelerado aumento del deterioro ambiental, registrado sobre todo a partir de la segunda Guerra Mundial, se debe quizá tanto al incontrolado crecimiento del consumo con su enorme demanda de recursos naturales —incluso los energéticos— como a las características intrínsecamente antiecológicas de las tecnologías usadas. En otros términos: el efecto negativo es tanto una función de la intensidad del uso, como de la calidad de las tecnologías.

Cuando esas tecnologías son transplantadas a países con medios físicos y sociales distintos esa adaptación —por lo menos parcial— desaparece, y su efecto ambiental puede hacerse mucho más nocivo. Entre los muchos ejemplos conocidos de este efecto puede citarse la vivienda, incluso los grandes edificios públicos.

Las grandes construcciones con estructura de hierro y cemento, con paredes de vidrio, fueron concebidas en países de clima templado o frío, donde la captación de la mayor cantidad posible de radiación solar tiene sentido. Sin embargo, estos edificios fueron adoptados también en países tropicales, con el resultado de que se requiere una enorme cantidad de energía para enfriarlos, dada la gran cantidad de radiación solar que captan todo el año. En la vivienda familiar se produce un fenómeno parecido: la casa-habitación, construida a base de cemento, hierro y ladrillo cocido, desplazó —principalmente por razones de *status* social impuesto por la cultura dominante— las viviendas tradicionales construidas con materiales locales más baratos y de mejores condiciones térmicas. Esto se ve muy bien en la América Latina, sobre todo en las áreas rurales, donde la vivienda tradicional amplia, construida con materiales locales y de excelentes

condiciones térmicas, es remplazada por viviendas "modernas", pequeñas debido a su alto costo, y construidas en gran parte con materiales de producción externa que desplazan mano de obra y recursos locales.

En la agricultura se puede citar el hecho de que en Europa la ampliación de la frontera agrícola se consiguió destruyendo los bosques originales. Esta técnica, que tiene sentido en suelos estables, ricos en humus, de las regiones templadas y frías, puede producir efectos catastróficos cuando se aplica a los bosques tropicales de suelos pobres e inestables.

La lista de ejemplos podría extenderse casi indefinidamente, pero para terminar, baste recordar el efecto social de la introducción de tecnologías, de uso intensivo de capital en sociedades donde el factor escaso es el capital y abunda la mano de obra.

La posición dominante a nivel mundial de los países desarrollados les permitió compensar algunos de los efectos negativos de las tecnologías utilizadas. El ejemplo más reciente es la tendencia a ubicar en los países en desarrollo las industrias más contaminantes, o aquellas que por su baja rentabilidad relativa no se adecuan ya a los altos niveles de vida de los países centrales. Esta política, aunque no formulada explícitamente como en la actualidad, tiene su origen en el pasado. El crecimiento y la diversificación del consumo en los países avanzados trajo como consecuencia que las tecnologías utilizadas, que al comienzo se basaban en la dotación de recursos de esos países, requirieran cada vez más recursos externos —petróleo, metales no ferrosos, caucho vegetal, productos agrícolas tropicales, etcétera— que se extraían de los países en desarrollo. Los efectos de esta política sobre la economía, el desarrollo social y el medio ambiente de esos países son demasiado conocidos para que sea necesario detallarlos en este trabajo.* En resumen, los países industrializados pudieron en gran medida adecuar las tecnologías utilizadas a su medio ambiente natural y humano desplazando parte de sus efectos negativos a la periferia. Es obvio que los países en desarrollo, al importar las mismas tecnologías —lo que implica inportar también las mismas pautas de consumo— no pueden ya apelar al mismo expediente para reducir su efecto ambiental.

ii) *Control del efecto ambiental.* Dado que las tecnologías modernas y su modo de aplicación son la expresión de un concepto del desarrollo, su efecto sobre el medio ambiente no puede eliminarse sin profundas transformaciones socioeconómicas. Los efectos, sin embargo, no son totalmente irreversibles y pueden ser atenuados hasta niveles tolerables, por lo menos a corto y mediano plazo. Para que esto sea posible se requieren dos condiciones: a) que la población afectada tenga conciencia del daño y de su origen y posea la capacidad de actuar para exigir una

solución; b) que la sociedad implicada posea los conocimientos y los recursos humanos materiales necesarios para idear y aplicar soluciones.

En lo que se refiere a la primera condición, las diferencias entre los países industrializados y los países en desarrollo son evidentes. En los primeros los niveles de interacción social, de participación política y de educación alcanzados, hacen que la mayoría de la población tenga acceso a los medios de información y, a través de múltiples formas de organización, estructuradas o no, pueda ejercer presión sobre los poderes públicos en relación con sus problemas. Esto se ve muy claro en el hecho de que a pesar de que los problemas ambientales son más graves en muchos de los países pobres que en los ricos, es en estos últimos donde tiene su origen el movimiento ecológico, que llega a grandes sectores de la población, hasta el punto de manifestarse en organizaciones políticas, como en Francia. Es cada día más difícil en los países centrales construir grandes instalaciones potencialmente contaminantes sin tener en cuenta la opinión de las poblaciones afectadas, que utilizan todos los medios posibles, incluso la acción directa, para obstaculizar esos proyectos. Las movilizaciones contra la construcción de plantas nucleares, grandes aeropuertos, etcétera, son bien conocidas. En otros campos de menor repercusión publicitaria, pero quizá más importantes, la presión de la opinión pública también ha obtenido resultados significativos: aumento del control sobre la calidad de los alimentos y drogas medicinales (la *U. S. Food and Drug Administration* es un ejemplo), regulaciones más estrictas sobre las emisiones contaminantes por parte de la industria, "recuperación" de ríos, estricto control sobre la emisión de gases de los automotores, eliminación en varios países europeos de los avisos comerciales fuera de las áreas urbanas, etcétera.

Si bien es cierto que todas esas medidas son sólo paliativos que no van a la raíz del problema, no lo es menos que, en parte a través de esa toma de conciencia del peligro ambiental, las sociedades de los países centrales comienzan a cuestionar los valores implícitos en un concepto de "progreso" que amenaza destruir su propia base de sustentación.

Para la mayor parte de la población de los países en desarrollo sumergidos en una pobreza que alcanza niveles degradantes el problema del deterioro ambiental tiene escasa importancia. Comparada con sus condiciones de vida normales, "la degradación del medio ambiente físico, en la forma de agotamiento o contaminación de los recursos naturales, se puede considerar de dimensiones insignificantes. La degradación visible del medio ambiente físico realmente alcanza, de cualquier manera, a la pequeña porción de la humanidad que ha sido la principal beneficiaria de los recursos en cuestión; para la mayor parte de la humanidad que ha quedado sumergida, esa degradación es cuanto más, de signi-

* Véase por ejemplo, J. Hurtubia et al., *Hacia una conceptualización del ecodesarrollo*, PNUMA, México, 1979, mimeografiado.

ficación marginal en términos de la preocupación diaria de sus vidas, que es sobrevivir como seres humanos; en esta lucha por la sobrevivencia una mejora del ambiente físico per se, sin cambio social, les ofrece muy poca esperanza".⁹

Este divorcio total de intereses entre los sectores minoritarios privilegiados y las masas desposeídas, se refleja en la forma en que se encara en general el problema ambiental en la América Latina. La discusión del tema —y sobre todo los comienzos de la acción— se ha centrado principalmente en los efectos de la contaminación en algunas de las ciudades capitales —México, Santiago, São Paulo— donde, a pesar de los barrios marginales, se concentra la población con más alto nivel económico y educacional. La contaminación de la pobreza en los barrios marginales de las grandes ciudades y en las zonas rurales sigue siendo un tema fundamentalmente de intelectuales, con muy poco o ningún reflejo en la acción concreta.

Las razones de la indiferencia de los sectores privilegiados ante las formas más agudas de deterioro ambiental, en su sentido amplio, son muchas, pero las principales pueden fácilmente identificarse. En primer lugar, los sectores en que se concentra el poder económico y político pueden, por su pequeñez, eludir con cierta facilidad los efectos directos de esa degradación. En segundo lugar, las masas más afectadas no tienen medios de presión directos. Dada su casi nula participación en los aparatos políticos de decisión; además, cuando pasando por sobre los mecanismos institucionales hacen sentir su existencia, tienen siempre reivindicaciones mucho más inmediatas que las relacionadas con el medio ambiente. Finalmente, esas élites dominantes tienen conciencia de que la degradación ambiental provocada por la pobreza y el atraso sólo puede corregirse atacando sus causas profundas, y esto implicaría socavar la base en que se asientan sus privilegios.

En cuanto a la capacidad para controlar el deterioro ambiental —supuesta la decisión política de hacerlo— las diferencias entre los países desarrollados y los países en desarrollo también son claras. Los primeros son los generadores de las tecnologías en cuestión y poseen en consecuencia el conocimiento y los recursos para modificarlas o sustituirlas según sea más conveniente. Los segundos, recipientes pasivos de las tecnologías, carecen de esa capacidad, y por lo tanto se encuentran casi impotentes para controlar el efecto de esas tecnologías que les son exógenas. Esta situación se ve agravada por dos factores: en primer término, porque dadas las diferencias ambientales entre el lugar de origen de las tecnologías y los países recipientes; los efectos no son necesariamente los mismos y por lo tanto las medidas tomadas en los países centrales no son siempre aplicables a los peri-

⁹ Rahman Anisur, *Self-reliance: mobilization, a conceptual study in development strategy*. UNCTAD/BD/123, CE 75-70173, 1976.

féricos. Un ejemplo muy claro es el desplazamiento de mano de obra provocado por las tecnologías intensivas de capital, tanto en las zonas rurales como urbanas, con la consiguiente marginalización de grandes sectores de población, y el incremento de la contaminación de la pobreza. Este efecto no se produce en los países industrializados —con diferente dotación de factores de producción— y por lo tanto la solución de este problema sólo puede provenir de la iniciativa de los países afectados. En los aspectos puramente físicos del problema cabe mencionar los métodos de cultivo intensivo que son razonables en países con suelos ricos y estables, y que provocan rápidamente la degradación y erosión de suelos en diferentes condiciones ecológicas.

El segundo factor es que algunas medidas de control aplicadas en los países desarrollados redundan en perjuicio directo para los países en desarrollo, o éstos son excluidos deliberadamente de sus posibles beneficios. El primer caso —al cual ya nos hemos referido— es el desplazamiento hacia la periferia de actividades productivas contaminantes. El segundo caso se refiere al hecho de que productos cuyo uso se prohíbe en países centrales por su efecto negativo sobre la salud o el medio ambiente, continúan siendo fabricados para exportarlos a los países del Tercer Mundo. Sólo a título ilustrativo pueden mencionarse la exportación de medicamentos prohibidos o no autorizados en sus países de origen —principalmente los Estados Unidos— y la exportación de fertilizantes que no se usan en esos países por su efecto nocivo para la salud.¹⁰

Por otra parte, muchas de las medidas de control ambiental no dependen sólo de cambios directos en las tecnologías usadas, sino también, y a veces principalmente, de medidas que hacen al comportamiento social y se concretan al nivel familiar e individual: mantenimiento de condiciones higiénicas, incluidos los lugares públicos; profilaxia y precauciones sanitarias, referidas en general a las enfermedades infecciosas; control de la erosión de suelos agrícolas; protección de la flora y la fauna, etcétera. Todas estas medidas requieren el apoyo masivo de la población y éste sólo puede obtenerse si se dan dos condiciones: a) niveles de educación e información que permitan crear conciencia entre la población sobre la naturaleza del problema y sus posibles soluciones; b) consenso social basado en el convencimiento de que esas medidas redundan en un mejoramiento de las condiciones de vida, y confianza en las autoridades públicas promotoras de los programas.

En los países desarrollados las dos condiciones se dan en mayor o menor medida —sobre todo la primera— y el comportamiento social con respecto a la protección del medio ambiente ha mejorado considerablemente en los últimos años. En gran

¹⁰ Véase F. Szekely, "Pollution for export", *Mazingira, the world forum for environment and development*, núms. 3/4, 1977.

número de los países en desarrollo; en cambio, no se da ninguna de las dos condiciones; faltando especialmente la segunda.

Cuando existe consenso basado en la confianza en las autoridades públicas, los problemas derivados de imperfecciones en la educación directa y en los sistemas de información pueden ser superados, como lo muestra China. En ese país el grado de alfabetización es todavía relativamente bajo—debido principalmente a la naturaleza misma del idioma escrito—, pero el consenso social logrado, sobre todo por un alto grado de participación en los asuntos que hacen a la vida diaria de las personas, ha hecho posible movilizar a la población en programas relacionados con el mejoramiento del medio ambiente en general. Uno de los indicadores más efectivos en ese sentido es el rápido descenso de la mortalidad infantil, debido fundamentalmente a la aplicación masiva de medidas de prevención higiénicas y sanitarias.

iii) *Susceptibilidad al deterioro ambiental.* Un último factor que debe tenerse en cuenta es la susceptibilidad a los efectos de la contaminación física. El mismo tipo y grado de contaminación afecta más a personas debilitadas por la subalimentación y las enfermedades endémicas y con escaso o ningún acceso a servicios médicos, que a la población de los países ricos, que en su gran mayoría no padece de esas deficiencias. Este es un factor que generalmente se olvida cuando se proyecta radicar las industrias contaminantes en los países en desarrollo, en el supuesto implícito de que el efecto sobre la población no será más agudo que en los países de origen. Además, si se trata de industrias de uso intensivo de capital—como la refinación de petróleo con alto contenido de azufre en las islas del Caribe— el supuesto beneficio de mejorar las condiciones de vida aumentando el empleo sólo alcanza a una pequeña minoría, mientras que los efectos de la contaminación afectan a la mayoría.

II. LA GENERACIÓN DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS

A pesar de que no hay una información detallada sobre lo que se está haciendo en el mundo en materia de tecnologías apropiadas, es evidente que se está dedicando un esfuerzo considerable a su generación y difusión. Sin embargo, su éxito ha sido muy limitado hasta ahora, con la notable excepción de China.¹¹

Se han producido pocas tecnologías de importancia, su difu-

¹¹ Como ejemplos para la América Latina, véase R. Stavenhagen, "Basic Needs: peasants and the strategy for rural development", *Another development: approaches and strategies*, Dag Hammarskjöld Foundation, Upsala, 1977; E. M. Szekely, "La generación de tecnologías para el desarrollo rural: principales corrientes en México", *Seminario sobre Tecnología y Desarrollo*, INRA, Cuautitlán, UNAM, México, 1977; A. C. Maya, Felipe Ochoa y Asociados, "Estudio social y de organización campesina en el plan Chontalpa", *Informe para la Secretaría de Recursos Hidráulicos*, México, 1976.

sión ha sido escasa; y en muchos casos han sido rechazadas por sus supuestos beneficiarios, sobre todo en las zonas rurales.

Muchas explicaciones se dan para esta situación: desde la escasez de financiamiento y de personal y equipo especializados, hasta la falta de estudios socioeconómicos adecuados. Las deficiencias de los sistemas de investigación y desarrollo en la mayoría de los países en desarrollo pueden explicar parcialmente la falta de actividad en este campo; pero no por qué tantas tecnologías supuestamente apropiadas no alcanzan a sus destinatarios o no son aceptadas por ellos.

En nuestra opinión, la causa principal del escaso éxito de nuestros países es la generación de tecnologías apropiadas para sus propias necesidades radica en la conexión entre tecnología y desarrollo. En efecto, desde el punto de vista de su aceptación la mayor diferencia entre la tecnología moderna¹² y la apropiada, es que la primera presenta un conjunto de tecnologías coherentes, mientras que la segunda es hasta ahora tan solo un grupo heterogéneo de soluciones técnicas. La explicación de este hecho radica en que la tecnología occidental engloba una concepción integrada del desarrollo, mientras que las tecnologías apropiadas existentes reflejan un enfoque parcializado, sin un adecuado contexto socioeconómico que les dé la coherencia requerida.

El problema con el cual nos enfrentamos aquí es el de la ambigüedad básica del término tecnología apropiada. Todas las tecnologías son apropiadas; el interrogante es: ¿para qué? Si el objetivo de las sociedades del Tercer Mundo es imitar el estilo del desarrollo de los países adelantados, las tecnologías occidentales son apropiadas para ello. El hecho de que la introducción masiva de esas tecnologías cause efectos sociales y culturales indeseables no viene al caso: es el precio aceptado por las clases gobernantes por mantener un determinado orden socioeconómico.

Es obvio, por consiguiente, que la real posibilidad de generar un conjunto alternativo de tecnologías a las tecnologías corrientes, depende esencialmente de la capacidad para concebir e implementar un nuevo enfoque del desarrollo. En otras palabras, el término tecnología apropiada no tiene significado, a menos que esté ubicado en el marco de un tipo de sociedad claramente definida.

¿Cuál es la posibilidad de concebir o poner una concepción alternativa a los modelos de desarrollo imperantes hoy en la América Latina y en la mayoría de los países del Tercer Mundo?

Uno de los elementos de cambio más importantes—si no en la construcción de una alternativa, por lo menos en darle solvencia intelectual— es el hecho de que por primera vez, desde la

¹² Para referirnos a las tecnologías generadas en los países desarrollados, basadas en sus propios valores, condiciones y objetivos usamos los términos tecnología "moderna" u "occidental" a falta de otros mejores. En realidad ninguno de los dos términos es adecuado.

revolución industrial el mundo occidental ha comenzado a tener serias dudas sobre la racionalidad de su propia concepción del desarrollo; dudas que se extienden a las bases materiales de la sociedad occidental y han alcanzado a sectores significativos de la población, incluso científicos, políticos, intelectuales, y una parte considerable de la opinión pública informada.

La causa principal de la reevaluación de las ideas en los últimos años sobre su propia concepción del desarrollo fue la brusca revelación de que la humanidad estaba excediendo probablemente la capacidad de sustentación de su medio ambiente físico. Una visión más profunda, sin embargo, revela que la comprensión del riesgo ambiental puso en evidencia dudas y temores cuyas raíces son más profundas que la simple preocupación por la supervivencia física.

Uno de los resultados principales de la autocrítica ha sido cambiar la actitud del mundo occidental hacia las demás culturas. Enfrentada con sus propias limitaciones y con la necesidad de encontrar nuevas opciones, la sociedad occidental ha comenzado a reevaluar el contenido de otras culturas. No es solamente tratar de evaluar sus concepciones del progreso en el sentido material tradicional, sino sobre todo, es un esfuerzo para tratar de entender su concepción global de la vida.

Es en este marco de referencia —y en parte como consecuencia de él— que los países del Tercer Mundo en general, y la América Latina en particular, comienzan a generar un nuevo modelo de desarrollo.

El elemento central de la nueva concepción es la comprensión de que los países en desarrollo no pueden repetir el camino seguido en el pasado por los ahora países desarrollados, porque las condiciones históricas son totalmente diferentes.

El nuevo concepto se centra en los seres humanos concretos; en otras palabras, el bienestar de los individuos no será el subproducto del crecimiento económico general —cuya versión para los países en desarrollo en el mundo capitalista es el efecto de *trickle down*— sino un objetivo específico, cuya obtención condicionará la organización económica y social del país.

Según este modelo, el desarrollo se basa en el concepto de necesidades básicas, el derecho inalienable a la satisfacción de ciertas necesidades que son fundamentales para una activa y completa incorporación a su cultura. Algunas —como alimentación, vivienda, salud y educación— casi no varían con el tiempo y las culturas, y son fáciles de identificar. Otras, asociadas con el consumo o de naturaleza más espiritual, son más difíciles de definir. Nuevas necesidades son generadas por la evolución de las culturas, por nuevas formas de organización social y por el cambio tecnológico.

La única manera de escapar a ese dilema —determinar cuáles son las necesidades legítimas de la mayoría de la población y

no solamente las de una élite económica o intelectual— es establecer mecanismos de participación para asegurar que todas las decisiones sociales representen realmente la voluntad y aspiraciones de la población.

Finalmente, y siempre tomando solamente sus elementos más fundamentales, el nuevo modelo de desarrollo trata de construir una sociedad intrínsecamente compatible con su medio ambiente físico; en otras palabras, una sociedad cuya adecuación al medio ambiente no dependa de medidas correctivas *post facto*, sino de los principios generales contenidos en el concepto de ecodesarrollo.

El mecanismo de cambio se basa en gran parte en el concepto de "autodeterminación" (*self-reliance*). En una definición muy simple significa que cada país en desarrollo tenga la voluntad de construir la capacidad de tomar decisiones autónomas y ponerlas en práctica en todos los aspectos del proceso de desarrollo, incluso ciencia y tecnología. Este concepto se refleja internacionalmente como oposición a todas las formas de dependencia. Requiere cambiar el modo de incorporación de los países en desarrollo a los sistemas internacional, político y cultural.¹⁸

En consecuencia, la autodeterminación es básicamente el reconocimiento de que la mayor responsabilidad por resolver los problemas del subdesarrollo corresponde a los países afectados. Si se acepta, además, que los países en desarrollo, por las razones ya dadas, no pueden copiar el tipo de sociedad de los países centrales, es evidente que van a tener que confiar principalmente en sus propios recursos, tanto materiales como humanos. Seguir un modelo de desarrollo diferente del utilizado por los países ahora industrializados significa que tienen que iniciar un proceso sobre el cual no hay experiencia histórica. Tendrán que enfrentar nuevos problemas porque las condiciones sociopolíticas han cambiado, y también porque la relación entre conocimientos, tecnologías, recursos y población tiene muy poca semejanza con la que prevaleció en el pasado. En estas condiciones es obvio que los países en desarrollo deberán buscar soluciones en el esfuerzo, imaginación y capacidad creadora de sus propias sociedades.

III. UNA METODOLOGÍA PARA GENERAR TECNOLOGÍAS

a) La metodología propuesta

Los tres puntos centrales de la metodología propuesta son: un estudio cuidadoso de los elementos socioeconómicos en los cuales un problema tecnológico está siempre inmerso; la utilización del

¹⁸ *The role of self reliance in alternative strategies for development*, Bangalore Symposium, Dar el Saisam, junio de 1977.

conocimiento local, y la participación de la población en el proceso.

El comienzo por las zonas rurales tiene las siguientes ventajas: a) permite comenzar el programa en un ambiente relativamente homogéneo y por lo tanto reduce el número de variables a controlar. La experiencia ganada en lo que puede llamarse "fase piloto" facilitará la extensión gradual a otras áreas; b) como en cierta medida existe un vacío tecnológico en las áreas rurales, será más fácil generar e introducir tecnologías para satisfacer necesidades tecnológicas hasta ahora sin respuesta. En las áreas urbanas, prácticamente cualquier tecnología nueva deberá competir con soluciones ya establecidas; c) los campesinos pobres pueden constituir un nuevo mercado para la industria local, interesando de tal manera a los empresarios nacionales en sostener el programa. Por las razones dadas en b, gran parte de las soluciones nuevas en las áreas urbanas deberán remplazar tecnologías en producción, y los empresarios en la mayoría de los casos preferirán continuar con las viejas soluciones confiables más bien que correr riesgos con las nuevas; d) el éxito de las nuevas tecnologías en las áreas rurales ayudará a vencer la desconfianza de los empresarios y de las instituciones oficiales y los animará a extender la experiencia a las áreas urbanas, al principio probablemente sobre una base sectorial; e) esta estrategia permitirá a los relativamente débiles sistemas de investigación y desarrollo de la región concentrar inicialmente sus esfuerzos, en vez de dispersarlos en demasiados frentes. Cuando llegue el momento de la segunda etapa mencionada en d, los sistemas de investigación y desarrollo estarán mejor preparados para enfrentar un campo tecnológico nuevo y más difícil.

Para muchos especialistas en ciencias naturales y sociales el principio de aprovechamiento del conocimiento local aparece como una novedad de dudosa utilidad. Olvidan que en los países más avanzados de Occidente, además de las tecnologías basadas en la ciencia, se usa una buena cantidad de conocimiento tradicional. En casi cualquier campo de actividad económica — construcción (el ladrillo se usó en las más antiguas ciudades del valle del Indo y la Mesopotamia), carpintería, metalurgia, industria textil, cerámica, licorería, cocina, etcétera— las tecnologías basadas en el conocimiento empírico tradicional coexisten con las más sutiles tecnologías basadas en la ciencia. Debemos recordar que la gente común tuvo que resolver sus problemas mucho antes que naciera la ciencia moderna.

En las áreas rurales de los países en desarrollo la utilización del conocimiento empírico local es más importante que en el sector moderno de esos países. Esto es claro particularmente en el caso de las condiciones ecológicas, que son tan importantes en economías basadas principalmente en la agricultura. Gran parte de los países del Tercer Mundo están ubicados en las áreas

tropicales o subtropicales, en medios que han sido poco estudiados por los sistemas modernos de investigación y desarrollo. La población local, por otra parte, ha tenido que desarrollar a través de una larga experiencia métodos de producción compatibles con el medio físico, como condición de sobrevivencia.

La utilización del conocimiento local no es una tarea fácil, porque en la mayoría de los casos no es simplemente el problema de adaptar las tecnologías tradicionales en uso, sino de extraer las ideas que puedan contener, y estudiarlas aplicando los recursos de la ciencia moderna.

El reconocimiento de la importancia de la participación popular en proyectos específicos de desarrollo no está basado sólo en una posición ideológica — la admisión de que la gente tiene el derecho a participar en su propio desarrollo— sino también, y principalmente, en consideraciones pragmáticas y operacionales. Ha sido demostrado una y otra vez que muchos proyectos han fracasado, total o parcialmente, debido a que la opinión de la población afectada no fue tomada suficientemente en cuenta.¹⁴

En los países industrializados y en el sector rico de los países en desarrollo, la población tiene un cierto grado de participación en la generación de las tecnologías que la afectan. Esta participación se logra a través de un complejo mecanismo indirecto que asegura normalmente la aceptación de las tecnologías, aun antes que éstas lleguen al usuario potencial. Ninguna empresa, por ejemplo, trata de comercializar un nuevo producto a menos que se haya efectuado un estudio de mercado. Por otra parte, los tecnólogos y científicos que producen las tecnologías pertenecen al mismo medio que los consumidores, de manera que comparten sus aspiraciones y preferencias.

b) Las etapas de la metodología

En lo que sigue describiremos brevemente las etapas de la metodología propuesta. Es obvio que esos pasos no siguen una secuencia estricta, ya que se superponen considerablemente. La ta-

¹⁴ Véanse, por ejemplo, R. Stavehagen, "Basic need peasants and the strategy for rural development", *Another development, approaches and strategies*, Dag Hammarskjöld Foundation, Upsala, 1977; P. J. Cunningham, *Disadvantages of the poor farmer in India through technology and extension: the need for change*, Agricultural Extension and Rural Development Centre, Reading University, Reino Unido, 1976; D. Barkin, "Desarrollo regional y reorganización campesina. La Chontalpa como reflejo del gran problema agrario mexicano", *Comercio Exterior*, vol. 27, núm. 12, México, 1977; Maya, A. C., Felipe Ochoa y asociados, *Estudio social y de organización campesina en el Plan Chontalpa* (informe para la Secretaría de Recursos Hidráulicos), México, 1976; E. M. Szekely, "La organización colectiva para la producción rural. La acción promotora oficial y las reacciones e iniciativas de los campesinos", *Comercio Exterior*, vol. 27, núm. 12, México, 1977; A. R. Barbosa Ramírez, "Notas sobre progreso tecnológico y agricultura 'tradicional'", *Comercio Exterior*, vol. 27, núm. 12, México, 1977.

rea principal —construir un conjunto de supuestos o paradigmas válidos— constituye un proceso dialéctico. Unos pocos supuestos iniciales constituirán el marco de referencia para la definición de las tecnologías, pero la experiencia en su construcción y aplicación contribuirá a modificar, extender o completar esos supuestos iniciales. Las etapas de la metodología propuesta son las siguientes:

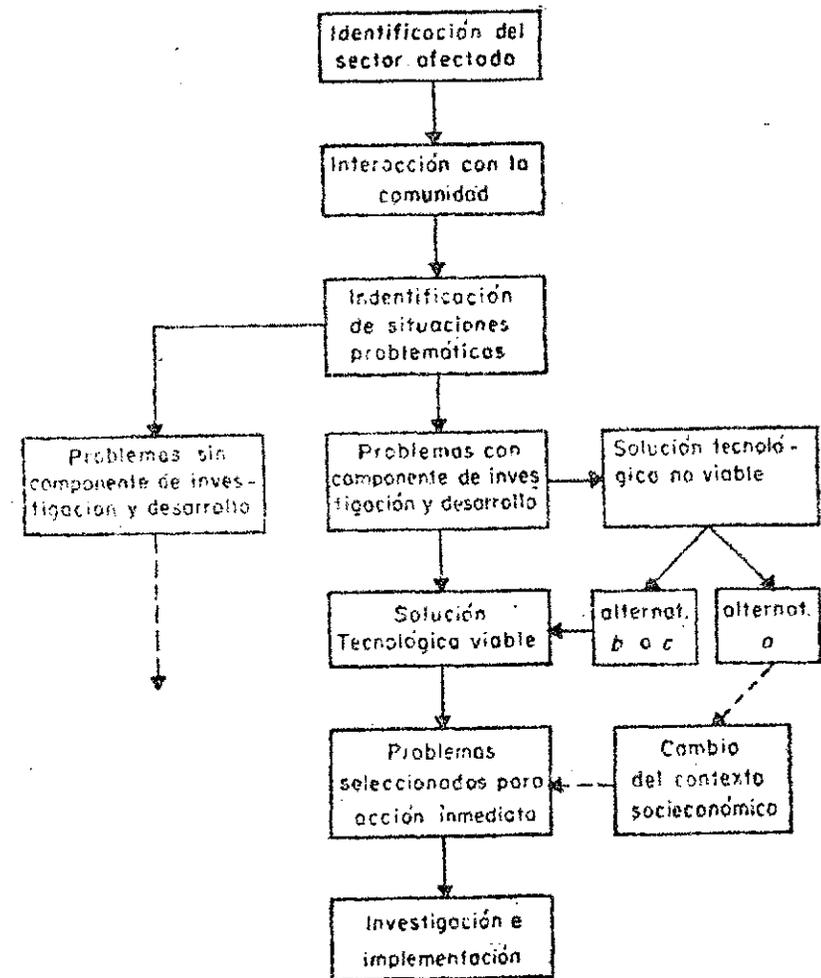
1) *Evaluar las principales características de la región elegida* para entender los elementos sociales dinámicos en los cuales un problema tecnológico está siempre inmerso. El enfoque del estudio se basa en el principio de que "los problemas tecnológicos que se pueden identificar como obstáculos al desarrollo de sectores atrasados en las áreas rurales de los países en desarrollo sólo pueden ser comprendidos en su verdadera dimensión tomando como punto de partida los procesos y conflictos socio-económicos en que todo grupo social está implicado; es decir, el reconocimiento de que tales problemas no son sino¹⁵ un aspecto de una situación problemática. Como es bien sabido, en muchos casos la solución de problemas tecnológicos depende más de factores de poder político, social y económico, que de la investigación científica. El desconocimiento de este hecho ha llevado a muchas instituciones científicas bien intencionadas a resolver problemas inútiles, en el sentido de idear soluciones tecnológicas que no se adecuan a las condiciones de la situación problemática. Otra de las razones de estos errores es que las organizaciones comprometidas tienden a olvidar que la situación problemática no puede ser identificada adecuadamente sin la participación de la población local, porque los problemas de poder son normalmente ignorados en los altos niveles de la toma de decisiones. Por contacto directo con los campesinos es posible identificar problemas de poder —aun dentro de la comunidad local— que no podrían ser captados por una organización científica que trabaja en forma convencional.

El resultado final de esta etapa debe ser la selección de los problemas tecnológicos en que debe concentrarse la investigación.

La primera fase del proceso consiste en identificar el sector de la comunidad afectado, que es generalmente el más pobre (véase la gráfica 1). En muchos proyectos efectuados para mejorar la situación de los sectores campesinos más desposeídos el resultado final fue el opuesto: debido a la falta de estudios socioeconómicos, y de participación local, los proyectos beneficiaron principalmente a los sectores más ricos de la comunidad.

A través de la interacción con los campesinos se identifican los problemas de la comunidad. Es importante recordar que en

¹⁵ *About the need for a new approach to the generation of technology for rural development*, Instituto de Estudios para el Desarrollo Rural, Maya, A. C. México, 1977, p. 2.



GRÁFICA 1

cualquier comunidad hay conjuntos de problemas de distinto orden jerárquico. El primero es el que podríamos llamar la situación problemática. Esta resulta del tipo de inserción de la comunidad en un sistema socioeconómico y político global a nivel nacional. En la mayoría de los casos los problemas referentes a este nivel no se pueden resolver sólo por medios tecnológicos. Un caso típico son los problemas emergentes de la estructura de la propiedad de la tierra, que sólo pueden resolverse mediante una reforma agraria.

A niveles inferiores de la jerarquía aparecen problemas que aunque relacionados con la situación global, varían ampliamente en su grado de control por el medio socioeconómico y político.

Los problemas identificados se dividen, en términos generales, en dos clases: los sin componente de investigación y desarrollo, y los que incluyen un problema tecnológico. Los primeros no conciernen a los sistemas de investigación y desarrollo, pero pueden tener implicaciones para los demás problemas que deben ser estudiados.

Los problemas con componente de investigación y desarrollo se dividen en aquellos en que no es viable una solución tecnológica debido a restricciones políticas o socioeconómicas, y aquellos en que sí es viable. En el primer grupo son posibles tres opciones: a) dejar de lado el problema hasta que un cambio en las condiciones socioeconómicas permita enfrentar el problema tecnológico; b) encontrar una opción tecnológica para eludir las restricciones socioeconómicas; c) usar la solución tecnológica para romper las restricciones socioeconómicas. Un estudio de Maya, A. C., en la región del henequén en Yucatán, México, servirá para ilustrar las opciones mencionadas.¹⁶

El henequén se cultiva por su fibra, que se extrae por medios mecánicos. Como subproducto se obtiene gran cantidad de residuo sólido (bagazo). Este material puede disponerse en una capa de unos 35 cm de espesor y usarse como suelo de alta fertilidad para el cultivo de hortalizas. Se requiere todavía mucha investigación científica para controlar insectos y enfermedades que puedan afectar las hortalizas, ya que no existe experiencia suficiente en el comportamiento de ese suelo artificial en relación con esos factores. Los campesinos, sin embargo, no desean apoyar esa investigación, porque debido al hecho de que la producción de hortalizas está monopolizada en la región por algunos grandes propietarios, tienen dificultades en vender su pequeña producción actual; en consecuencia, creen que no podrían vender una producción varias veces mayor, a pesar de que existe todavía una considerable demanda insatisfecha.

En este caso las tres opciones serían: a) esperar que cambien las condiciones del mercado. Esta es la posición de los campesinos; b) eludir las restricciones del mercado mediante una investigación para identificar otro cultivo adecuado para el suelo artificial, pero con un mercado abierto; c) resolver el problema tecnológico sobre el supuesto de que una mayor producción obligaría a las autoridades locales a reconsiderar la situación del mercado, o destruiría el monopolio por la intervención de otros intereses económicos. Esta opción implica afrontar un riesgo calculado.

¹⁶ Maya, A. C., *Reporte sobre la zona henequenera*. México, 1978, Proyecto de la Universidad de las Naciones Unidas sobre Sistemas de Investigación y Desarrollo en las Áreas Rurales.

Entre los problemas con solución tecnológica viable algunos —o todos— serán seleccionados por los campesinos e investigadores para la acción inmediata. La selección se basará en las prioridades de los campesinos y en las posibilidades del sistema tecnológico. La próxima etapa es la aplicación de soluciones.

El punto principal en relación con el estudio socioeconómico es que si ha existido una interacción efectiva con los campesinos, los resultados obtenidos por el proceso descrito deben ser esencialmente coincidentes con la interpretación del análisis socioeconómico. Por otra parte, los resultados preliminares del estudio socioeconómico representan un papel importante al ayudar a los investigadores a comprender los problemas de la comunidad, a identificar los sectores sociales más afectados, y a apreciar la importancia de los factores tecnológicos envueltos en los problemas. Al mismo tiempo la información recogida en la interacción continua con los campesinos sirve para corregir y enriquecer el estudio socioeconómico.

ii) *Determinar la función que debe cumplir la tecnología.* El primer paso es el requerido por cualquier investigación científica en un área nueva: formular las preguntas básicas relativas al campo tecnológico específico seleccionado: ¿cuál es el propósito de la tecnología? ¿Qué necesidades debe satisfacer? ¿Quiénes se beneficiarán realmente con la solución? Debe comenzarse por rechazar, en la medida de lo posible, todo preconcepto o prejuicio sobre la naturaleza de las múltiples necesidades (sociales, económicas, psicosociales) que la tecnología por supuesto tiene que satisfacer.

Parecería obvio que siempre se formulara este tipo de preguntas al desarrollar una tecnología. El problema es que en el trabajo habitual de los sistemas de investigación y desarrollo las respuestas suelen parecer obvias, por las razones que ya hemos dado: el investigador tiende a aplicar los mismos criterios del propio medio económico, social y cultural, a un medio totalmente diferente. Supone con frecuencia que tiene que satisfacer las mismas necesidades, aunque a un nivel más bajo, debido a las limitaciones impuestas por las condiciones económicas locales.

Un ejemplo típico de los errores que este enfoque puede provocar es dado por el problema habitacional. Los tecnólogos tienden a creer que, dada la situación precaria de los campesinos, ellos se contentarán con cualquier vivienda que les ofrezca un grado razonable de protección climática, y un mínimo de condiciones sanitarias modernas. El resultado es que, en casos bien conocidos, los campesinos prefieren vivir en sus antiguas viviendas, antes que aceptar las nuevas, supuestamente mejores. La razón es que una vivienda, además de dar protección climática y sanitaria, tiene que cumplir otras funciones: sociales, económicas, culturales y psicosociales. Si estos elementos no se toman en consideración, el producto final puede no ser aceptable para sus

habitantes, aunque sea mucho mejor desde nuestro punto de vista que el que se estaba usando.

iii) *Analizar las soluciones que la comunidad local ha dado tradicionalmente a los problemas identificados.* Este análisis no implica que las tecnologías locales deban necesariamente ser incorporadas en las que se están desarrollando. En ciertos casos no contendrán ideas aprovechables en una solución nueva más adecuada.

iv) *Levantar un inventario general de los recursos naturales del área de trabajo.* El concepto más importante a tener en cuenta en esta etapa es que no hay realmente recursos naturales; recurso es un término económico, y la naturaleza no produce objetos económicos. Sólo produce entidades físicas, que con la aplicación del conocimiento científico, y en ciertas condiciones económicas, se pueden usar en beneficio de la sociedad. Este concepto elemental se olvida con frecuencia y se tiende a considerar como recursos naturales a aquellos definidos como tales por los países industrializados. Por lo tanto, la investigación debe incluir no sólo los cuerpos naturales que han sido ya usados como recursos, sino también aquellos que puedan tener una aplicación potencial para los problemas en estudio.

v) *Con la información acumulada en las etapas anteriores formular un conjunto de supuestos o paradigmas, que será el marco de referencia para el paso final de desarrollar las tecnologías requeridas.* Este conjunto de supuestos —que contiene información científica, tecnológica, ambiental, económica, cultural, antropológica y psicosocial— definirá un espacio tecnológico, que es básicamente el conjunto de requerimientos y restricciones que toda solución tecnológica deberá satisfacer.

Al construir finalmente la tecnología, todas las posibles soluciones que se adapten al espacio tecnológico deberán ser consideradas. Como es bien sabido, de un cierto cuerpo de conocimientos científicos pueden derivarse varias soluciones a un problema determinado. La existencia de un marco de referencia adecuado permite la exploración de una multiplicidad de caminos y la selección del más conveniente para la situación considerada. Otro resultado de este procedimiento es dar coherencia a tecnologías que pertenecen a distintas esferas de actividad.

Es obvio que una vez que se ha definido el espacio tecnológico, se encontrará en algunos casos que la tecnología ya existe, y por lo tanto es sólo cuestión de adaptarla e introducirla en el área. En otros casos puede ser un problema de combinar de manera diferente elementos tecnológicos existentes. Por último, a veces será necesario idear una tecnología completamente nueva.

Uno de los resultados más importantes de este proceso es que asegura la coherencia entre las nuevas tecnologías y las ya existentes, sean éstas modernas o tradicionales. El espacio tecnológico incluye toda la información pertinente sobre los procesos

de producción existentes, y por lo tanto las nuevas tecnologías, para adaptarse a ese espacio, deben ser coherentes con ellos. Coherencia no quiere decir similitud; significa que aunque dirigidas a reorientar la dirección del desarrollo tecnológico, las nuevas tecnologías no introducen soluciones de continuidad que puedan dislocar el ciclo económico. Por otra parte, cada tecnología nueva tiende a modificar el espacio tecnológico, desplazándolo en la dirección que ella representa. El resultado global será un proceso gradual de transformación a través del cual se creará un nuevo dispositivo tecnológico integrado.

Debe destacarse, finalmente, que esta metodología de "generación" endógena se refiere al proceso a través del cual se determinan las características que la tecnología debe tener. Lo endógeno es el proceso de definición y no necesariamente la tecnología misma, que puede ser importada, siempre que sea adecuada. De esta manera la transferencia de tecnología se convierte en parte integrante del proceso de generación de tecnología.

c) *Estrategia de la generación de tecnologías apropiadas*

La metodología que acabamos de esbozar está aplicada en este caso a las zonas rurales, pero sus principios generales, con las adaptaciones necesarias, son de aplicación general. La construcción del espacio tecnológico al que nos hemos referido se basa esencialmente en tomar en cuenta las características, objetivos y posibilidades de la sociedad a la cual las soluciones tecnológicas van dirigidas. En las áreas modernas de los países en desarrollo —al igual que en las rurales— el marco de referencia macroeconómico o social está dado por el modelo de desarrollo adoptado, pero las características específicas de las tecnologías a generar o introducir deben surgir de una captación directa de los problemas, tales como éstos son percibidos por los sectores sociales afectados. No debe olvidarse que buena parte de la población urbana de los países en desarrollo está casi tan marginada como los campesinos pobres, y como ellos, carece de formas efectivas de participación directa o indirecta. Sus necesidades y aspiraciones no entran en la definición del espacio tecnológico, con la consiguiente deformación del mismo, ya que la introducción de los problemas de esos sectores deprimidos cambiaría el marco de referencia global.

Un ejemplo revelador de cómo esa marginación de grandes sectores de la población influye en las opciones tecnológicas es el caso de los sistemas de transporte de las grandes ciudades de la América Latina. Hace pocos decenios, cuando estas ciudades comenzaban a expandirse rápidamente, se presentó la alternativa para resolver el problema del transporte público: el transporte colectivo o el automóvil —este último esencialmente individual. En varias ciudades —la ciudad de México es quizá el

caso más ilustrativo— se optó por el transporte individual, y así se construyó la red vial urbana, basada en gran parte en carreteras de alta velocidad, con pocos accesos, y que sirven en especial a las zonas residenciales de más altos ingresos. Para la gran masa de la población, que no tiene acceso económico al automóvil, el traslado a los lugares de trabajo en medios de transporte escasos e ineficientes implica un gasto desproporcionado de tiempo y energía física.

Por otra parte, esta opción tecnológica tiene otras consecuencias negativas, como el aumento de la contaminación atmosférica, el incremento de la inversión en infraestructura dado el alto costo y bajo rendimiento unitario de las vías especiales de tránsito y, sobre todo, el costo social, ya que esa infraestructura favorece principalmente a una minoría privilegiada. Finalmente, esta opción termina por no resolver ni siquiera el problema del sector social al cual estaba dirigida, como lo prueba el congestionamiento creciente del tránsito automotor.

Es interesante comparar esa opción tecnológica con la adoptada en las grandes ciudades de los países europeos más industrializados. En éstos, donde el porcentaje de la población que tiene acceso al automóvil es mucho más alto que en los países en desarrollo, la opción determinante de los poderes públicos fue, sin embargo, por el transporte colectivo, y a él se subordinó la mayor parte de la infraestructura. Lo mismo sucedió en países de la América Latina con más desarrollo relativo; el caso más representativo es la ciudad de Buenos Aires, donde también se optó por el transporte colectivo.

La explicación de esas opciones distintas, con diferentes resultados sociales y ambientales, es la misma en relación con la protección del medio ambiente. En los países desarrollados el grado de integración social alcanzado hizo imposible ignorar las necesidades de la mayoría de la población; mientras que en los países subdesarrollados la marginación económica, política y social de las masas las privó de toda participación—directa o indirecta— en la solución de los problemas tecnológicos que las afectan. Ejemplos similares pueden encontrarse fácilmente en otras áreas tecnológicas, como vivienda, servicios de salud, etcétera.

Es obvio que el problema de la participación en la solución de los problemas tecnológicos no puede ser resuelto sólo por los sistemas de investigación y desarrollo. Ni siquiera la existencia de condiciones sociopolíticas favorables es suficiente para asegurar esa participación. Es necesario un esfuerzo consciente y sistemático de los sistemas de investigación y desarrollo para incorporar las aspiraciones de la población al marco de referencia o espacio tecnológico, y eso implica romper una larga tradición de aislamiento entre los encargados de generar tecnologías y los destinatarios de éstas. La metodología propuesta es un ensayo en esa dirección, pero su adecuación a las circunstancias

específicas de cada país o medio social exigirá un largo y sostenido esfuerzo.

Los cambios de criterio y orientación que deben realizar los sistemas de investigación y desarrollo son muy difíciles, y sería utópico pensar que pueden realizarse de un día a otro en forma masiva. Sin embargo, de la misma manera que en la concepción del desarrollo se captan señales de cambio que pueden ser aprovechadas, en los ambientes científicos de la América Latina se perciben también señales de evolución que apuntan en la nueva dirección. Existen ya grupos científicos importantes que están trabajando en tecnologías apropiadas, y aunque las metodologías que aplican son variadas, tienen un elemento común en el deseo de interpretar las necesidades y aspiraciones reales de los sectores más desposeídos de la población. Otra señal de cambio, quizá la más importante, es el sentimiento generalizado entre los científicos jóvenes de que sus conocimientos, tal como se aplican hasta ahora, son inservibles para resolver los problemas socioeconómicos de la región, y por lo tanto deben explorarse nuevos caminos para establecer una conexión más efectiva entre ciencia y sociedad.

El aprovechamiento de esos elementos de cambio en los sistemas de investigación y desarrollo exige una estrategia flexible que permita aprovechar todas las circunstancias favorables. En las condiciones actuales la mejor estrategia sería comenzar en las zonas rurales, sin por eso dejar de lado otras posibilidades que puedan presentarse y que dependen de las condiciones y características de cada país. El elemento central de la estrategia debe ser concentrar esfuerzos en los sectores o áreas más favorables; el éxito obtenido en esos proyectos especiales influirá por el efecto de demostración sobre la acción del resto de los sistemas de investigación y desarrollo. La otra estrategia, de atacar varios frentes al mismo tiempo, puede llevar—dada la debilidad de los sistemas de investigación y desarrollo de la región— a un fracaso que desprestigie la concepción global. Finalmente, la selección de esas áreas o temas favorables sólo puede hacerse mediante un estudio detallado de las condiciones de cada país.

d) *Generación de tecnología y medio ambiente*

¿Cómo se introduce la preocupación ambiental en el esquema metodológico propuesto para la generación y selección de tecnologías apropiadas para las condiciones específicas de la América Latina?

Para contestar a este interrogante debemos tener en cuenta que el efecto sobre el medio ambiente de cualquier actividad humana puede ser clasificado—en términos generales— en dos grupos: a) efectos regionales o globales, generalmente de largo plazo, y b) efectos locales de corto plazo. Esta división no es

rígida —los efectos locales, por ejemplo, pueden sumarse provocando efectos globales de largo plazo—, pero es suficientemente exacta para nuestro propósito.

En el caso de los efectos locales, la metodología propuesta proporciona los medios para controlarlos. En el conjunto de supuestos o paradigmas que condicionan el espacio tecnológico se introducen también aquellos que tienen que ver con el medio ambiente. En el proceso de identificación de problemas y de diseño e implementación de soluciones tecnológicas las variables ambientales se introducen por el mismo mecanismo que las socio-económicas y tecnológicas; en otras palabras, la adecuación ambiental de las tecnologías es parte integrante del proceso de generarlas.

En lo que se refiere a los efectos globales a largo plazo —contaminación de la atmósfera y de los mares, uso de plaguicidas y fertilizantes, generación de calor, agotamiento de recursos naturales— la situación es diferente, por dos razones principales:¹⁷

i) Los límites impuestos por esos efectos de largo plazo son muy difíciles de determinar, ya que es insuficiente la información sobre elementos tales como la capacidad de absorción de la biosfera, efectos sinérgicos, y el total de los recursos naturales disponibles. En cada caso el problema depende de tantas variables que no es posible definir un límite absoluto; sólo se puede determinar cierto grado de riesgo cuya evaluación es en gran medida subjetiva, como se puede ver en la bibliografía corriente donde muchas veces se llega a conclusiones totalmente diferentes a partir de los mismos datos.

ii) Aunque el efecto global a largo plazo sobre el medio ambiente afecta a toda la humanidad, los resultados negativos de las medidas para evitarlo o controlarlo perjudican principalmente a sus sectores más pobres; en primer lugar porque la mayoría de esas medidas, tal como se conciben ahora, implican restricciones en el uso de recursos y al desarrollo económico en general, que si bien pueden ser adoptadas por los países industrializados sin poner en peligro su alto nivel de vida, imponen un sacrificio más a las masas ya deprimidas del Tercer Mundo. En segundo lugar, porque esas medidas preventivas exigen acción en el ámbito internacional donde la superioridad económica y tecnológica de los países industrializados permite a éstos transferir los riesgos, en cierta medida, a los países pobres.

De cualquier manera, lo anterior no significa que no exista un peligro ambiental a escala global que requiere una política internacional del medio ambiente. El problema es ¿en qué contexto debe diseñarse esa política?

¹⁷ Véase A. O. Herrera, "The growth-environment dilemma; the risk involved", *Mazungira, The World Forum for Environment and Development*, núms. 3/4, 1977.

Desde el comienzo de la crisis del medio ambiente han emergido dos líneas de pensamiento en cuanto a una estrategia ambiental. Una de ellas —no la más importante, pero que resulta atractiva en ciertos centros de poder— considera al hombre como un elemento más del ecosistema natural y llega hasta a sugerir cortar toda forma de ayuda a la parte más pobre de la humanidad aduciendo que la sobrevivencia de los más aptos es la manera en que la naturaleza controla la población y la distribución de recursos. En una forma menos extremista se argumenta que a menos que exista la absoluta certeza de que los perjuicios pueden ser evitados, toda actividad que pueda deteriorar el medio ambiente debe ser abandonada, cualquiera que sea su costo social (este elemento, por ejemplo, es el que hace casi incomprensible para el hombre común el actual debate sobre el uso o no de la energía nuclear). Esta posición se basa en dos puntos principales: el primero es que trata la ciencia del medio ambiente sólo como una ciencia natural;¹⁸ como tal, no tiene valores, y el hombre se comportaría como cualquier otro ser vivo. El segundo es que considera el riesgo en un sentido absoluto: si existe un riesgo que de alguna manera puede poner en peligro el futuro de la humanidad, debe evitarse a cualquier costo aun si esto implica el sacrificio deliberado de una parte de esa humanidad.

La otra posición parte de diferentes premisas. Plantea el problema del medio ambiente en el amplio marco de la civilización humana: el hombre es un ser social, el producto de una cultura, y como tal, su actitud cuando afronta un peligro común es influida por valores conscientemente aceptados que trascienden el mero esfuerzo por sobrevivir de otros seres biológicos. En consecuencia, la noción de riesgo absoluto es remplazada por la de riesgo aceptable; en otras palabras, el riesgo que debe ser afrontado para sobrevivir manteniendo los valores centrales de la civilización. En este contexto, la determinación de qué es un riesgo aceptable no es simplemente un problema biológico o tecnológico; es sobre todo un problema moral.

Sin embargo, el reconocimiento de que una política ambiental no debe obstaculizar la posibilidad de mejorar el nivel de vida de los países subdesarrollados, no es suficiente para elaborar y ejecutar políticas específicas; para esto se necesita un marco de referencia concreto a largo plazo. Aunque sabemos que las predicciones de largo plazo son muy difíciles, hay unas pocas cosas que podemos predecir y que son suficientes como base general para una política racional y socialmente justa. La más importante es que la población del mundo alcanzará los 7 mil millones a comienzos del próximo siglo, y se estabilizará en alrededor de 11 mil millones a mediados del mismo. Cada uno de esos

¹⁸ En el trabajo antes citado A. O. Herrera (1977) sostiene que el nuevo campo interdisciplinario relacionado con el medio ambiente es, como la economía, y a diferencia de la ecología, una ciencia social.

