

PROBLEMAS CONCEPTUALES Y POLÍTICAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO *

MIGUEL ÁNGEL QUINTANILLA
Universidad de Salamanca

El desarrollo científico-técnico ha adquirido tal importancia para el desarrollo económico y social de nuestros países que nos vemos obligados a construir modelos, tomar decisiones y justificar opciones sin tiempo casi para pensar en el sentido de lo que hacemos. Esto último, que es tradicionalmente lo que se espera del filósofo, puede parecernos incluso un lujo superfluo cuando los problemas inmediatos son tan urgentes y complejos como los que se plantean en la política de I+D. Por otra parte, hay que reconocer que, aunque en los últimos años ha aumentado la dedicación de los filósofos a la reflexión sobre la tecnología, no se puede decir que sea éste un campo de investigación académica suficientemente maduro para resultar atractivo. Sin embargo, estoy convencido de que este tipo de reflexiones son necesarias y de que, si logramos encaminarlas con tino, pueden incluso arrojar alguna luz sobre los problemas concretos y urgentes que nos preocupan. Para empezar, yo creo que uno de los factores fundamentales para el desarrollo tecnológico es de carácter cultural, y es difícil desarrollar una cultura técnica sin un adecuado marco conceptual que facilite su integración en el resto de la cultura. Mi intención en estas páginas es proponer

* El texto de este artículo corresponde a la ponencia presentada en el Seminario Jorge Sábato de Política Científica (México, 17-21 de octubre de 1988).

unas cuantas ideas que puedan servir para ir construyendo ese entramado.

1. *Problemas de comprensión y problemas de valoración*

Para empezar, será útil clasificar los problemas conceptuales que plantea el desarrollo tecnológico en dos tipos: problemas de interpretación, descripción o explicación de la tecnología, que agrupamos bajo el rótulo general de problemas de *comprensión*, y problemas de *valoración* o *evaluación* (técnica, social, económica, política, moral, etc.).

Los problemas de comprensión aparecen en temas como la interdependencia entre el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico, la definición de modelos de desarrollo tecnológico autónomo, o el concepto de tecnologías alternativas, etc. En todos estos casos utilizamos implícita o explícitamente conceptos generales cuyo significado no siempre es preciso. El propio concepto de tecnología y de desarrollo tecnológico, la noción de invención o descubrimiento técnico, la relación de la tecnología con la ciencia y con el resto de la cultura, son ejemplos de ideas filosóficas implícitas, de una forma u otra, en todos nuestros intentos de comprender el fenómeno técnico.

Las cuestiones valorativas aparecen en contextos de decisiones políticas y van desde nuestras ideas acerca de la bondad, maldad o neutralidad axiológica del desarrollo tecnológico en general, hasta el planteamiento de opciones políticas en I+D guiadas por valores morales, como la búsqueda de una sociedad más igualitaria o menos injusta, etc. En este ámbito de problemas utilizamos también presupuestos conceptuales con componentes valorativos, como la noción de eficiencia técnica o de racionalidad técnica, la idea de progreso tecnológico, o la de uso moralmente justificable de una tecnología.

En Europa y en los países más desarrollados, una de las cuestiones más acuciantes en relación con la política tecnológica es la de la evaluación de las *consecuencias* del desarrollo

tecnológico, en su doble dimensión: saber qué consecuencias se derivarán para el medio ambiente, los individuos o el conjunto de la sociedad en función de las líneas de desarrollo tecnológico que se sigan, y organizar formas de participación de la sociedad en el proceso de evaluación y de toma de decisiones en relación con la tecnología.

En los países de desarrollo medio, además de los problemas comunes con los países más avanzados, tenemos problemas añadidos referidos a las *causas*¹ —y no sólo a las consecuencias— del desarrollo tecnológico: saber qué factores impiden o dificultan nuestro desarrollo o determinadas formas de desarrollo que nos parecerían más idóneas.

En lo que sigue centraremos nuestra atención en algunos de estos problemas conceptuales, que pueden ser especialmente relevantes para el diseño de políticas de CT en países de desarrollo económico medio o bajo. Yo creo, en concreto, que merece la pena revisar algunos prejuicios muy arraigados entre nosotros: uno de ellos es el de pretender que todos nuestros problemas económicos, sociales y políticos dependen de nuestras opciones en política tecnológica; el otro es creer que no es posible en realidad definir una política tecnológica propia sin que se arreglen previamente todos nuestros problemas sociales, económicos y políticos. Son desde luego dos prejuicios incompatibles entre sí, pero eso no impide que estén simultáneamente presentes en muchas de nuestras representaciones y valoraciones del desarrollo tecnológico. En el campo de la ideología y los prejuicios, la inconsistencia, por desgracia, no está prohibida.

2. *Definiciones previas*

El primer problema que debemos afrontar es la delimitación de nuestro propio objeto de interés: el concepto de tecnología.

¹ A. Castilla, "Evaluación de la tecnología en países con un nivel medio de industrialización", en *Telos*, 12 (1987-88), pp. 50-56.

Hay que evitar aquí dos riesgos muy corrientes en la literatura filosófica actual: confundir la tecnología con la ciencia o proponer un concepto de tecnología que puede ser útil para entender el sentido de las antiguas técnicas artesanales, pero irrelevante para las modernas tecnologías industriales.

Propongo que utilicemos el siguiente concepto de *sistema técnico*: un sistema técnico es un *sistema de acciones intencionalmente orientado a transformar objetos concretos para obtener de forma eficiente un resultado valioso*.²

Esta definición vale para caracterizar desde la técnica que aplica un zapatero remendón para hacer zapatos de encargo, o un agricultor tradicional para obtener su cosecha de maíz, hasta las tecnologías industriales basadas en conocimientos científicos o en el procesamiento y manipulación electrónica de información.

Un sistema técnico se caracteriza, pues, por sus *componentes materiales*, los agentes o *sujetos intencionales* que los manipulan o transforman, los *objetivos* que tales agentes se proponen, las *acciones* que llevan a cabo para conseguir esos objetivos y los *resultados* que obtienen.

Una *técnica* es una clase de sistemas técnicos equivalentes, es decir, la clase formada por todos los sistemas técnicos que utilizan el mismo tipo de materiales, el mismo tipo de acciones y obtienen el mismo tipo de resultados.

Una técnica es, pues, una entidad abstracta que se puede aplicar en situaciones diferentes, de formas diferentes, que se puede modificar o transformar y que puede usarse o dejar de usarse, que puede evolucionar en un sentido u otro, etc.

Naturalmente, el concepto de técnica así definido es de carácter genérico. Las diferencias entre técnicas artesanales y tecnologías industriales radican, por una parte, en su grado de complejidad, por otra, en el papel que en unas y otras des-

² En mi libro *Tecnología: un enfoque filosófico*, FUNDESCO, Madrid, 1989, se desarrollan las ideas resumidas en el presente apartado.

empeñan diferentes tipos de conocimientos y de experiencias y, por último, en los diferentes ritmos y pautas que siguen en su desarrollo. Generalmente se usa el término “tecnología” para referirse a técnicas basadas en el conocimiento y el método de la ciencia, tanto por lo que se refiere a las propiedades de los materiales y procesos de que se ocupa la tecnología, como por lo que se refiere a la organización y gestión de los procesos de transformación de tales materiales. Por el contrario, las técnicas artesanales o precientíficas se basan en el conocimiento empírico, en la experiencia personal del artesano y en la transmisión de tradiciones operacionales. Salvo indicación en contra, usaremos siempre el término “técnica” en sentido genérico y el término tecnología en sentido específico, de forma que cuanto digamos de las técnicas es aplicable por principio a las tecnologías.

Una *aplicación de una técnica* es una realización concreta de esa técnica, es decir, un *sistema técnico concreto* de la clase considerada. Por ejemplo, una central nuclear para la producción de energía eléctrica es un sistema técnico concreto, resultado de aplicar la técnica del control de la fisión nuclear.

Una realización técnica T' es una *variante* de T si ambas son realizaciones de la misma técnica (tienen la misma estructura), pero difieren en los valores de sus propiedades características: dos centrales nucleares de diferente capacidad de producción, pero basadas en la misma tecnología, son variantes de una misma técnica.

Una técnica T' es una *modificación* de otra T si es el resultado de extender o reducir la estructura de ésta.

En toda técnica podemos distinguir dos subsistemas: el subsistema material, y el subsistema intencional y, dentro de éste, el subsistema de ejecución y el de gestión. El *subsistema material* está formado por los componentes materiales de una técnica (materias primas, maquinaria, etc.) y por los procesos e interacciones que se producen entre ellos o de ellos sobre los agentes intencionales. El *subsistema intencional* está formado por

estos agentes, sus interacciones y sus acciones sobre el componente material. El subsistema de *ejecución* (o laboral) está formado por las acciones de transformación de objetos concretos realizadas por los agentes intencionales; y el subsistema de *gestión* (o gerencial) está formado por las acciones e interacciones entre sujetos intencionales encaminadas a la organización y control de todo el sistema técnico. Los diversos subsistemas se pueden distinguir siempre conceptualmente, aunque en la realidad se superpongan en ocasiones. En técnicas artesanales poco complejas el subsistema de ejecución y de gestión, así como una buena parte del subsistema material (concretamente la fuente de energía en el trabajo manual), se identifican. En tecnologías industriales avanzadas los diversos subsistemas se diferencian físicamente. Por lo demás, una de las pautas que sigue el progreso tecnológico a lo largo de la historia consiste en transferir funciones del subsistema de ejecución al subsistema material por una parte (nuevas fuentes de energía), y al subsistema de gestión por otra (automatización, terciarización de la producción, informatización de la gestión, etc.).

Dado un grupo social G (una nación, una región del planeta, una empresa, etc.) y una tecnología T , decimos que T es una tecnología *disponible* para G , si G puede acceder al uso de los componentes materiales de T , si algunos miembros de G están capacitados para formar parte del subsistema de ejecución de T (si G dispone de mano de obra cualificada) y si algunos miembros de G están capacitados para formar parte del subsistema intencional de T (si G dispone de gestores adecuados para aplicar T).

En otros términos: disponer de una tecnología supone disponer del capital que permita acceder a las materias primas y a los equipos necesarios, y disponer de la fuerza de trabajo adecuadamente cualificada tanto desde el punto de vista de las tareas de ejecución como de las de gestión.

Un país puede disponer de una tecnología porque la ha desarrollado o porque le ha sido transferida en todo o en parte.

Según la definición que proponemos sólo hay transferencia real de tecnología cuando, como resultado de la operación, el país receptor no sólo dispone de las materias primas y del equipamiento necesario, sino también de la capacidad productiva y de gestión. Transferir la capacidad productiva y de gestión implica dos cosas: transferencia de *know how* y además *entrenamiento*, tanto en las operaciones de ejecución como en las de gestión. En efecto, una parte de la capacidad productiva depende no sólo del conocimiento de las operaciones que hay que realizar y de la forma de realizarlas, sino también de la transferencia de *habilidades* específicas para la tecnología en cuestión. Las habilidades tecnológicas, como las deportivas, no se adquieren por transferencia de información, sino a través del ejercicio o entrenamiento.

Diremos que un grupo social G *usa* o *aplica* una tecnología T si T está disponible para G y hay una realización de T (un sistema técnico concreto), en el que el conjunto de los agentes intencionales que conciben los objetivos y organizan el sistema son miembros de G . Una tecnología puede estar disponible para un país, pero no ser usada por éste, o una tecnología puede ser usada o aplicada *en* un país, pero *por parte de* otro país.

Una tecnología se caracteriza por su objetivo específico (producir energía eléctrica, zapatos o cosechas de tomate), pero puede usarse para diferentes fines del grupo social: para disponer de más energía, para disponer de plutonio, para exportar, para dar trabajo a más gente, para mantener entretenidos a los jóvenes sin empleo, para regenerar un suelo en proceso de desertización, para crear biomasa combustible o piensos compuestos, etc. Diremos que un grupo social G *usa una tecnología T para un fin F* si G dispone de T , aplica T , se propone el fin F y F depende al menos parcialmente de los resultados de T .

Dada una tecnología T , el conjunto de los *usos posibles de T* , para un grupo social G , es el conjunto de las realizaciones concretas de T o de variantes o modificaciones de T de las que pueden depender los fines F de G .

De forma correlativa: el conjunto de las *opciones tecnológicas* para un fin F de un grupo social G , es el conjunto de las tecnologías que G puede usar para conseguir F .

Es preciso distinguir esta noción de opciones tecnológicas de otra de uso común: alternativas tecnológicas (y su derivada: tecnología alternativa).

Dado un objetivo técnico O , decimos que dos tecnologías son *alternativas para O* si éste forma parte de los resultados tanto de una como de otra. La noción de alternativa tecnológica se refiere a alternativas abstractas, no a opciones de uso. Por ejemplo, en abstracto, la energía de fisión y la energía hidroeléctrica son alternativas para un mismo objetivo de producción de energía eléctrica. En concreto, para un grupo social determinado, una de ellas puede no constituir una opción real y la otra sí.

En sociología y política tecnológica se habla con frecuencia de “tecnologías alternativas” en un sentido poco riguroso. En ocasiones el término se refiere a las opciones tecnológicas más adecuadas para determinado tipo de grupos sociales o países (tecnologías intermedias, tecnologías apropiadas, etc.) En otras ocasiones se quiere indicar con esa expresión la posibilidad de desarrollar y aplicar un tipo de tecnologías completamente diferentes a las características de la sociedad industrial avanzada. En realidad el ser alternativa es una relación: una tecnología es una alternativa frente a otra si puede conseguir los mismos objetivos de forma diferente. Las supuestas “tecnologías alternativas” generalmente no cumplen los mismos objetivos que las tecnologías que, de hecho, se aplican en las sociedades industrialmente avanzadas, y lo que realmente parece que se quiere decir en esos casos, debería expresarse más correctamente en términos, o bien de usos alternativos de una tecnología, o bien, en el caso más radical, de propuestas de fines alternativos para la vida social en su conjunto (con las consiguientes implicaciones respecto al modelo de desarrollo tecnológico). Por lo general, las llamadas tecnologías alternativas,

o no son alternativas, o no están disponibles o son simplemente opciones de uso alternativo de tecnologías disponibles.

3. *El cambio tecnológico*

Las técnicas, como cualquier otro componente de la civilización, están experimentando continuas transformaciones. Pero a diferencia de lo que ocurre en otros campos —y a semejanza de lo que ocurre en la ciencia— el cambio técnico no es caótico ni irracional; por el contrario, parece responder a algunas pautas muy generales que nos permiten hablar, por ejemplo, de progreso o de avance técnico en un sentido estricto.

Los dos mecanismos del cambio técnico son la pequeña innovación y la invención o descubrimiento de nuevas técnicas. En ambos casos, el cambio se produce sobre un sustrato previo de técnicas disponibles, por modificación o composición de técnicas preexistentes, y generalmente como resultado de la búsqueda de nuevas aplicaciones y usos de esas técnicas.

Las operaciones intelectuales involucradas en el cambio técnico son de dos tipos, operaciones de *diseño* y operaciones de *evaluación*.

El diseño técnico no es reducible al descubrimiento científico, aunque las posibilidades de diseñar nuevas técnicas dependen en gran parte del descubrimiento científico de nuevas propiedades, nuevos materiales o nuevos procesos. Por otra parte, no es posible dar normas metodológicas que puedan garantizar la producción de buenos diseños técnicos. Pero el entender la naturaleza de las operaciones de diseño sí puede ayudar a tomar medidas que faciliten la innovación y la invención de nuevas técnicas. Señalaremos tan sólo una característica del contexto conceptual en que se producen las operaciones de diseño: se trata de marcos conceptuales de carácter operacional. El objetivo de un diseño técnico es descubrir un sistema de operaciones articuladas de forma adecuada para conseguir un producto o un proceso nuevo (una máquina, una factoría, un

nuevo producto de consumo, una obra de ingeniería civil o una nueva forma de fabricar un producto ya conocido, etc.). La diferencia fundamental respecto al descubrimiento científico es que en éste lo que interesa son representaciones de hechos y de teorías acerca de la realidad, mientras que en el contexto operacional del descubrimiento técnico lo que interesa son representaciones de operaciones capaces de transformar la realidad de forma eficiente y de acuerdo con objetivos que se consideran valiosos.

Naturalmente, las operaciones de transformación posibles dependen en gran medida de los conocimientos que tengamos acerca del comportamiento de la realidad. Pero no sólo de ellos. Se necesita también tomar en consideración factores de habilidad, de capacidad operacional, de organización y gestión de los procesos de transformación.

Las operaciones de evaluación tecnológica son de dos tipos: evaluación interna y evaluación externa. La evaluación interna se refiere a propiedades de una tecnología en sí misma considerada. La evaluación externa se refiere a propiedades relativas al usuario de la tecnología o al medio en que se aplica.

Los criterios de evaluación interna más decisivos son los de factibilidad, efectividad, eficiencia y fiabilidad. La *factibilidad* es de dos tipos, material y operacional. Un diseño tecnológico es *materialmente factible* si no es incompatible con las leyes naturales conocidas (es decir, si es científicamente factible), y es *operacionalmente factible* si no es incompatible con las reglas operacionales conocidas y con las habilidades prácticas susceptibles de desarrollo (el vuelo humano era materialmente factible desde la antigüedad, pero sólo en el último siglo empezó a serlo operacionalmente; el control de la fusión nuclear es científicamente factible, pero no está claro que lo sea operacionalmente).

El criterio de evaluación más característico de la técnica es el criterio de eficiencia; sin embargo, no es fácil formularlo con claridad, a pesar de que continuamente hacemos referencia a

él. De hecho, la eficiencia técnica sólo está bien definida en el sentido de eficiencia termodinámica, pero la eficiencia termodinámica no siempre es el criterio más adecuado de eficiencia técnica. Un sustituto del concepto de eficiencia es el concepto de productividad o de rendimiento económico, pero en este caso se trata de un criterio de evaluación externa, puesto que el valor económico de una técnica no es una característica intrínseca, sino que depende del contexto en que se use.

Creo que la mejor aproximación formal que podemos hacer al concepto de eficiencia, es definirla como la proporción de objetivos alcanzados por una técnica respecto de la suma lógica de los pretendidos, más el total de los resultados realmente obtenidos. Si $|R|$ es una medida del conjunto de los resultados realmente obtenidos por una técnica y $|O|$ de los objetivos propuestos, la siguiente fórmula nos daría una medida de la eficiencia de una técnica:

$$E = |O \cap R| / |O \cup R|$$

El criterio de *efectividad* se reduce en realidad a un caso particular de eficiencia: la efectividad de una técnica es función del grado en que los objetivos pretendidos están incluidos en los resultados que realmente se obtienen con ella. Por último, la *fiabilidad* de una técnica es una medida de la permanencia de la eficiencia a lo largo del tiempo.

El hecho de que el criterio de eficiencia sea central para la evaluación interna de la técnica nos dice algo acerca del sentido del cambio tecnológico. Podemos entender la evolución de la técnica como un proceso guiado por un principio: aumentar el grado de control o dominio que el hombre ejerce sobre la realidad. Esto se consigue a través de un doble proceso: ampliando el ámbito de intervención de la técnica y aumentando el grado de eficiencia de la técnica en cada ámbito.

Podemos concebir por lo tanto el desarrollo tecnológico como un proceso con cierta racionalidad interna y cierto carácter acumulativo o progresivo, guiado por el criterio de eficiencia,

de forma semejante a como entendemos el desarrollo de la ciencia en términos de cierta idea de progreso en nuestro conocimiento de la realidad, guiado por el criterio de verdad.

Pero, naturalmente, el cambio tecnológico no se explica sólo en términos de los criterios de evaluación interna. Una tecnología puede ser muy eficiente pero nunca ser puesta en práctica porque ningún grupo social la considere interesante. En cambio, otra tecnología menos eficiente puede ser desarrollada e implementada porque tiene un alto interés social. Con ello estamos haciendo referencia a criterios de evaluación externa. Distinguiremos dos tipos de *evaluación externa*: evaluación de idoneidad y evaluación de impacto o de consecuencias.

Una tecnología es *idónea* para un grupo social si constituye una de las opciones tecnológicas para los fines que se propone el grupo. La idoneidad depende, pues, de la disponibilidad de la tecnología, de sus usos posibles y de los fines que se proponga el grupo. Es obvio que desde esta perspectiva no tiene mucho sentido la pretensión de definir el carácter apropiado, o no, de una tecnología para un país o un conjunto de países por sus propiedades intrínsecas (tecnologías intermedias, tecnologías blandas, etc.), y menos aún si se trata de supeditar la eficiencia (una propiedad "interna") a la idoneidad (una propiedad relativa a fines sociales, no a niveles deseables de eficiencia).

La evaluación de *impactos* o de *consecuencias* se refiere a las consecuencias del uso de una tecnología, y puede ser de tres tipos: evaluación de impacto ambiental, evaluación de riesgos o de seguridad y evaluación de impacto o de consecuencias sociales. La evaluación de impactos tiene que afrontar dos tipos de problemas conceptuales: por una parte la definición de la propia noción de *consecuencias* del uso de una tecnología, por otra parte la definición de *criterios objetivos de evaluación* de esas consecuencias. Respecto al primer punto conviene distinguir diversos *niveles* u *órdenes* jerárquicos en las consecuencias de una tecnología. Las consecuencias de pri-

mer orden son las que se derivan exclusivamente del uso de una tecnología en unas circunstancias dadas. Por ejemplo, el empleo de altos hornos tiene como consecuencia el consumo de carbón y la emisión a la atmósfera de CO_2 , la construcción de un gran embalse tiene como consecuencia la inundación de miles de hectáreas de tierra, etc. Las consecuencias de orden n son aquellas que se derivan de la intervención de nuevas acciones o procesos, ajenos a la tecnología en cuestión, sobre consecuencias de orden $n - 1$: los efectos de las tecnologías de la información sobre el empleo son diferentes según las formas de regulación del mercado laboral, los niveles de inversión y de innovación tecnológica que se alcancen en la economía de un país, las medidas que se adopten en política laboral, etc. En general una característica importante de la evaluación de consecuencias es que, a medida que aumenta el orden de las consecuencias, aumenta también la imprecisión y la dificultad para preveerlas. Por otra parte, a medida que aumenta el desarrollo tecnológico, aumentan también las interferencias entre las consecuencias de diversas tecnologías, de forma que cada vez aumentamos más el control de la realidad, pero al mismo tiempo creamos nuevos problemas de control sobre las consecuencias de nuestras intervenciones. El carácter, en cierto modo dramático, del desarrollo tecnológico, consiste en que, en general, no hay otra forma de hacer frente a los problemas que surgen de él que no sea incrementando el propio desarrollo: la contaminación ambiental no se elimina cerrando fábricas o suprimiendo automóviles, sino aplicando tecnologías más eficientes, inventando nuevas tecnologías de control de los efluentes industriales y nuevos motores o combustibles menos contaminantes.

El otro tipo de problemas que plantea la evaluación de impacto se refiere a los patrones de referencia que podemos usar. En el caso de la evaluación de riesgos se supone que disponemos de conceptos e indicadores adecuados de seguridad respecto a la salud o el bienestar de los posibles afectados (do-

sis de radiación admisible, en el caso de riesgos de contaminación radioactiva, etc.). Para la evaluación de impacto ambiental usamos de hecho, como patrón de referencia, el equilibrio ecológico y la posibilidad de recuperación del medio ambiente natural, a pesar de que tales criterios son a veces incompatibles con otros objetivos socialmente valiosos. Por último, para la evaluación de impacto social no disponemos de criterios objetivos en modo alguno: toda tecnología potente y que adquiera amplia difusión tendrá consecuencias irreversibles sobre la estructura del empleo, las costumbres y formas de vida, las relaciones sociales, la cultura, etc., y, en estos asuntos, no hay más criterios para la evaluación que los que libremente decidan los miembros de la sociedad a través de procedimientos racionales y democráticos, es decir, basados en una información suficiente, en la libertad para tomar decisiones y en el compromiso entre intereses contrapuestos.

4. Políticas de desarrollo tecnológico

Hay dos axiomas que debemos tomar en consideración para el diseño de una política de desarrollo tecnológico: el primero nos dice que el desarrollo tecnológico depende de decisiones humanas, el segundo que en gran parte depende de decisiones humanas tomadas por otros. La cuestión es saber qué tipo de decisiones son las más acertadas o más convenientes en cada circunstancia concreta.

No creo que se pueda dar una respuesta general a este problema. Con otras palabras: no creo que haya un único modelo de desarrollo tecnológico universalmente válido, ni creo que todos los problemas de desarrollo económico y social se puedan afrontar desde la perspectiva del desarrollo tecnológico. Lo que sí creo que merece la pena, en cambio, es señalar aquellos factores decisivos para una política de desarrollo tecnológico que en cierto modo son independientes del modelo concreto de

desarrollo económico y social que se adopte. He aquí una simple enumeración de algunos principios guía para tal política:

1) No es posible el desarrollo tecnológico autárquico o independiente. En su lugar debe plantearse como meta el desarrollo *interdependiente*. La interdependencia supone un doble flujo de recepción y de emisión de cambios tecnológicos.

2) No hay que hacer ascos a la transferencia de tecnologías de países más desarrollados a otros menos desarrollados. Pero debe garantizarse que la transferencia sea efectiva. Para ello se requieren no sólo transferencias de capital y de equipamientos, sino también de *know how*, y de capacitación laboral y gerencial.

3) Un país de bajo nivel de desarrollo no debe limitarse a ser receptor de transferencias tecnológicas, debe esforzarse también por ser agente autónomo de innovación y por exportar esa innovación. Para ello debería explotar aquellas áreas de innovación tecnológica en las que sea más probable obtener tecnologías disponibles en condiciones ventajosas.

4) Tanto la recepción de tecnologías como la innovación propia requieren condiciones adecuadas no sólo de disponibilidad de capital o equipamiento, sino también de mano de obra cualificada y de capacidad de gestión. Una política de desarrollo tecnológico debe empezar por una política de capacitación profesional y de capacitación gerencial. La reforma educativa, orientada hacia la cultura técnica, y la reforma administrativa, orientada hacia la agilidad y la eficiencia en la gestión, son prioridades para el desarrollo tecnológico de cualquier país.

5) No hay recetas mágicas para acertar en la línea óptima de desarrollo tecnológico para un país. Pero por eso mismo la responsabilidad en las decisiones que se adopten debe ser compartida por todos los miembros de la sociedad, y eso requiere crear cauces de participación democrática en la definición de políticas tecnológicas, tanto en la definición de objetivos, como en la evaluación de resultados. El desarrollo tecnológico es un asunto político, no tecnocrático.

6) La forma óptima del desarrollo tecnológico interdependiente es la forma de la cooperación internacional. Esta no se logrará espontáneamente, pero puede conseguirse avanzar hacia ella a partir de núcleos regionales y sectoriales de cooperación tecnológica que permitan ir ampliando el margen de acción de los países implicados en ellos. Por otra parte, para países con escasez de capital y con problemas importantes de retraso tecnológico, estos núcleos de cooperación no son sólo su mejor alternativa, sino la única que tienen.

Recibido: 19 enero 1990.

SUMMARY

There are two kinds of conceptual problems in technological development: problems of understanding and problems of assessment. Using the conceptual frame of his recent book on the Philosophy of Technology, and looking to the specific problems posed by the design of technology policies in the developing countries, the author elucidates the basic concepts needed to understand the structure and dynamics of technological systems and the criteria for what he calls internal and external technology assessment.