

## LA DIMENSION CIENCIA Y TECNOLOGIA Y LA GESTION DEL DESARROLLO

Adolfo Calimán

Licenciado en Educación, Mención Ciencias Biológicas. M.Sc. y Ph.D en Planificación y Gerencia de Ciencia y Tecnología, Universidad de Manchester, Inglaterra. Profesor Titular de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia.

### 1. INTRODUCCION

Aunque la ciencia y la tecnología tienen en sí mismas la capacidad potencial de animar nuestras vidas, hoy en día se acepta plenamente que tanto el avance científico como el cambio tecnológico son pre-requisitos necesarios para el crecimiento de la economía y para el mejoramiento de los niveles de vida. La velocidad, costo y eficiencia con que las innovaciones son desarrolladas, en respuesta a las distintas oportunidades y amenazas depende, en gran medida, del estado de desarrollo de la ciencia y la tecnología. En tal sentido, el siguiente trabajo se propone recoger y presentar para la discusión, un conjunto de ideas y experiencias relacionadas con la dualidad progreso tecnológico-desarrollo económico, tomando como base las dimensiones de planificación, organización y gestión de las actividades del sector ciencia y tecnología (C y T). La intención es, contribuir de alguna manera a vencer las dificultades que afronta un país cuya economía no está basada en el dominio de la tecnología, para alcanzar su desarrollo económico y bienestar social.

A tal efecto, el trabajo se inicia con una discusión de la relación e importancia de la innovación tecnológica en el crecimiento económico. Esto va a permitir, en segunda instancia, argumentar acerca del papel del Estado con respecto al fenómeno científico-tecnológico, como elemento fundamental para la creación, desarrollo y mantenimiento de capacidades endógenas que alimentan el sistema de C y T. Estas reflexiones conducen al tema central de este artículo, es decir, la incorporación de la dimensión C y T a la gestión del desarrollo. Allí, se plantearán aspectos relacionados con la complejidad, multidisciplinaridad e interés nacional de las distintas variables que componen un sistema nacional de ciencia y tecnología; los diversos factores que inciden en el funcionamiento de dicho sistema; algunos supuestos teóricos para orientar las actividades de planificación de C y T; los procesos de vinculación del sector con otros sectores o sistemas; algunas dificultades y limitaciones comunes a los procesos de pla-

nificación relativos a ciencia y tecnología y la dimensión modal de la relación C y T-planificación. Finalmente, se concluye con algunos párrafos relativos a la perspectiva multilateral necesaria para obviar algunos problemas que pudieran presentarse, cuando de gestionar el desarrollo a través de la dimensión ciencia y tecnología se trate.

## 2. EL FACTOR RESIDUAL

A comienzos de este siglo, Schumpeter señaló que una de las principales razones por las que el capitalismo se había desarrollado tanto en el mundo, era debido a la aparición de diversas oleadas de cambios en los procedimientos de hacer las cosas (innovaciones). Ello sirvió para introducir nuevos elementos de análisis y a partir de allí, asignarle, cada vez con más énfasis, un papel importante a la ciencia y a la tecnología en el incremento y mantenimiento de la habilidad de la economía para producir bienes y servicios (crecimiento económico); hecho que de verdad ocurre sólo cuando la economía aumenta sus recursos humanos y materiales y aprende cómo emplearlos más productivamente.

Ciertamente, siempre es posible aumentar la producción por hombre, al equipar la fuerza de trabajo con máquinas o herramientas más eficientes y productivas o con métodos de producción mejorados, a medida que pasa el tiempo.

En realidad, el suministro de los factores tradicionales de producción (capital-tierra-trabajo) sólo explican parte del proceso productivo. Otros factores, que hoy son conocidos como "progreso tecnológico", se han dejado como un residuo aparte, aun cuando explican una parte sustancial del mismo (véase Gráfico No. 1). Este factor re-

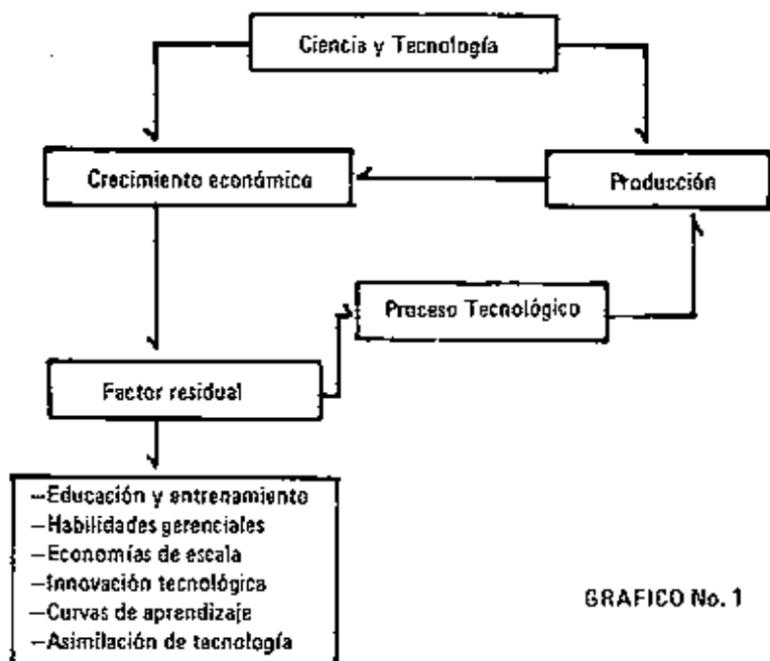


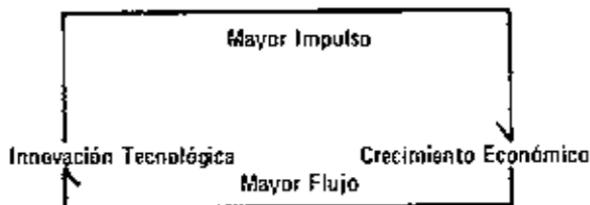
GRAFICO No. 1

sidual que incluye, entre otros, aquellos aspectos relacionados con la educación, habilidades gerenciales, economías de escala, innovación tecnológica, curvas de aprendizaje, asimilación de tecnología, etc., ha sido cuidadosamente estudiado y comprobado por diversos especialistas, entre los que sobresalen Robert Solew y Edward Denison. Ambos lograron demostrar, con menor o mayor aproximación, en distintos escenarios y fechas (USA, 1909-1949 y Gran Bretaña, 1950-1962), que el incremento de la producción por cada hombre, en las fechas y lugares señalados, puede ser atribuido a los avances alcanzados por los diversos cambios e introducciones acurrucadas en los procedimientos de hacer las cosas.

En la actualidad, si nos detenemos a pensar un poco, podemos fácilmente deducir que la proporción y velocidad con que el progreso tecnológico contribuye al crecimiento económico es cada día mayor. Las facilidades de comunicación e información que permiten una más rápida y extendida difusión del conocimiento, incluso internacionalmente; la celeridad con que los sistemas computarizados pueden resolver problemas, que de otra manera tardarían semanas o meses; la creación y utilización de nuevas materias primas, son sólo algunas ilustraciones de tal contribución.

De la misma manera, es de esperarse que la asociación Progreso Tecnológico-Crecimiento Económico sea bidireccional (véase Gráfico No. 2). Es decir, que se influen-

GRAFICO No. 2



cian el uno al otro. Así, los aumentos logrados en el crecimiento económico, producidos en parte por un creciente caudal de innovaciones tecnológicas, contribuirían a su vez a incrementar el flujo de producción y utilización de conocimientos científicos y adelantos técnicos, los cuales influenciarían de nuevo la estructura económica de la sociedad, convirtiendo así el proceso en una especie de círculo vicioso.

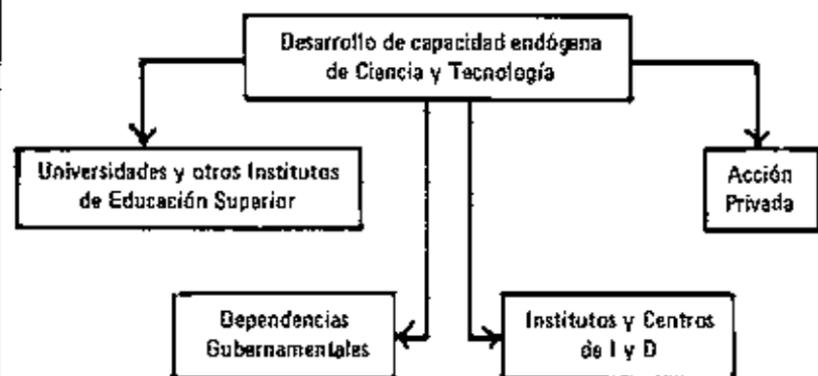
Como vemos, son dos dimensiones íntimamente relacionadas, que deberían ser por lo tanto consideradas en igualdad de condiciones por todos los que de una u otra forma están ligados a los procesos de planificación, toma de decisiones y ejecución de políticas de desarrollo regional o nacional.

## 1. EL PAPEL DEL ESTADO EN TORNO AL FENÓMENO C Y T

De la misma manera como los gobiernos han venido tomando conciencia y preocupándose por alcanzar y mantener una elevada tasa de crecimiento económico, también deberían concientizarse del aparte que la ciencia y la tecnología hacen al desarrollo y preocuparse por aumentar la capacidad endógena de ellas, en cada una de las ins-

lancias que de alguna manera tienen que ver con tan importante fenómeno (véase el Gráfico No. 3). En otras palabras, es necesario para alimentar y consolidar el subsistema de C y T, como en su función de generadora de nuevos conocimientos, y por qué no, en su función de promotora y difusora de todo el quehacer científico-tecnológico local, regional, nacional e internacional.

GRAFICO No. 3



Es necesario también, ocuparse de los distintos institutos y centros de investigaciones científicas, tecnológicas e industriales, vanguardia junto con las instituciones universitarias de la investigación nacional; responsables de cualquier forma de alimentar la capacidad científico-tecnológica del país y de proporcionar gran parte del "factor residual", necesario para el crecimiento económico.

Igualmente hay que ocuparse de los organismos y dependencias gubernamentales que tienen entre sus funciones conocer y transformar la realidad nacional a distintos niveles: energético, educativo, agropecuario, tecnológico en cada una de estas áreas, que tienda a resolver problemas particulares, así como el conocimiento, calificación, selección y uso de tecnologías y otros recursos nacionales adecuados en las mismas, es de singular importancia para todo el proceso de avance, crecimiento y/o desarrollo del país.

Es de particular relevancia, la preocupación que el Estado debe tener en todas sus instituciones por aquellos aspectos relacionados con los niveles y calidades de uso, transferencia y difusión de tecnología. La protección a la producción nacional, el impacto sobre los ecosistemas y recursos naturales, las condiciones en que se negocia la tecnología, la generación de nuevas capacidades e incremento de las ya existentes, los costos económicos y sociales de la transferencia internacional de tecnología son, por nombrar algunas, responsabilidades insoslayables que tiene todo gobierno comprometido con el desarrollo nacional.

Aún más, la acción estatal debe tener también responsabilidades en el fomento y apoyo de la acción privada en el campo científico-tecnológico. Los altos costos y ries-

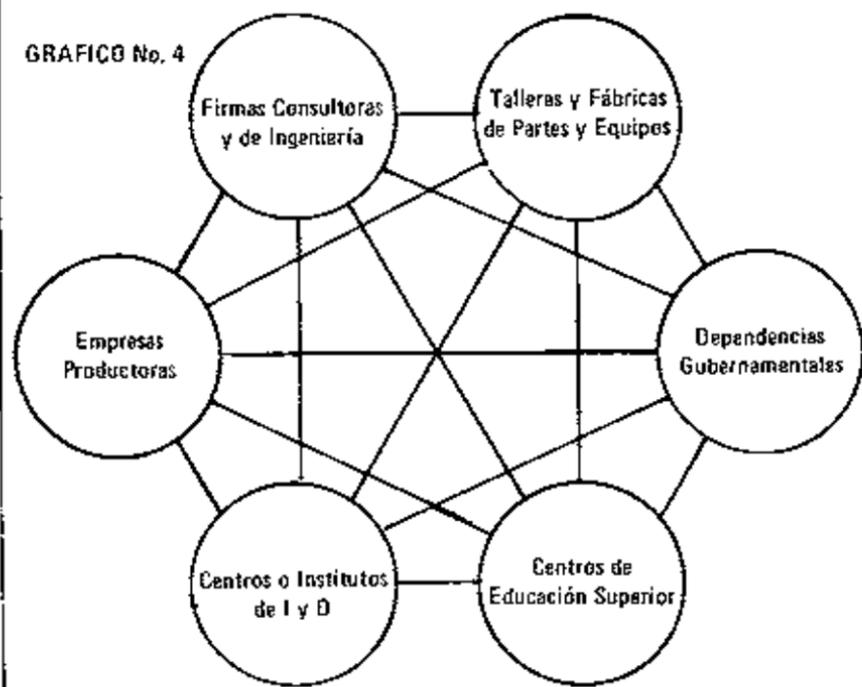
gos de ciertas investigaciones y desarrollos tecnológicos, la necesidad de vincular más estrechamente las ofertas y demandas nacionales de ciencia y tecnología, la oportunidad de contribuir a la creación y mantenimiento de un clima más adecuado que conduzca a un desarrollo más rápido de la variable C y T, son sólo algunas de las reflexiones que nos permiten señalar que de lo que se trata justamente es de buscar, encontrar y analizar fórmulas que permitan incrementar e incorporar la dimensión C y T a la gestión del desarrollo.

#### 4. LA INCORPORACION DE C Y T A LA GESTION DEL DESARROLLO

El proceso continuo por el cual una sociedad incrementa significativamente de manera autosostenida y a largo plazo, su capacidad para producir, acumular y utilizar conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas (desarrollo científico), y el de producir, acumular y utilizar los conocimientos obtenidos cualquiera sea su vía (desarrollo tecnológico), deben convertirse en responsabilidad indelegable de todos aquellos que de una u otra forma están relacionados con el sector C y T.

Por supuesto, que son muchos los aspectos a considerar y las vías para lograrlo. A manera de ejemplo, pudiéramos decir que una de las formas más claramente definidas de abocarse al desarrollo científico-tecnológico es al elevado nivel, calidad y frecuencia de las interacciones que deben ocurrir entre las empresas productoras, firmas consultoras y de ingeniería; talleres y fábricas de partes y equipos; laboratorios de investigación científica, tecnológica e industrial; centros de enseñanza superior y organismos del gobierno (véase Gráfica No. 4). Observe aquí, la cantidad de interacciones

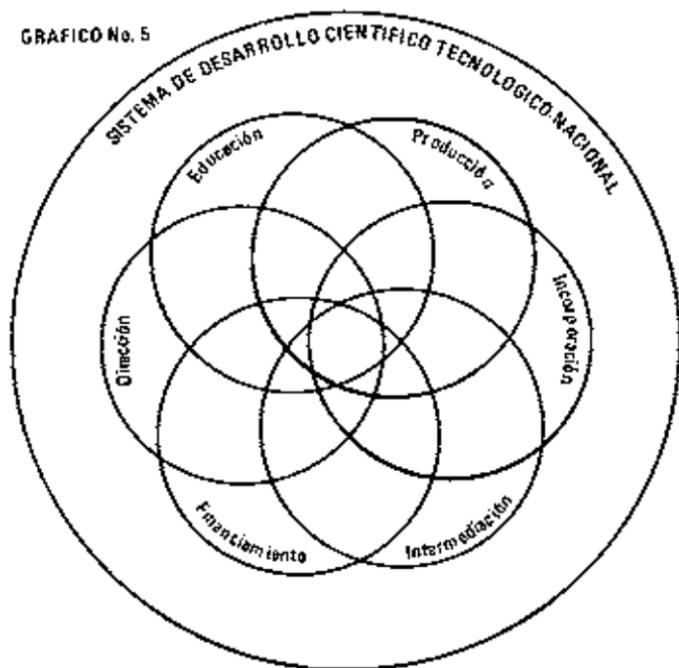
GRAFICO No. 4



que es necesario establecer y mantener para tratar de alcanzar los niveles de desarrollo de C y T deseados e incorporados a los planes nacionales de desarrollo. Ello nos indica que éstos son campos de extraordinario interés nacional que no puedan ni deben ser dejados a la ocurrencia espontánea; es prácticamente imprescindible determinar de antemano las formas y medios de cómo alcanzar los objetivos trazados y su incorporación al plan nacional de desarrollo. En pocas palabras, se hace indispensable la planificación rigurosa, científica, aunque flexible, de cómo someter la actuación y desarrollo científico-tecnológico de la sociedad a la voluntad humana. Es necesario introducir la planificación, no como un medio o instrumento para sustituir las leyes que rigen la sociedad y su desarrollo, sino para utilizarlas en un sentido definido, introduciendo racionalidad tal, que permita optimizar el uso de los recursos mínimos necesarios para obtener el máximo resultado de acuerdo con los objetivos previamente establecidos. Así, por ejemplo, si un momento, lugar o problema determinados señalan y exigen que el factor más importante es el manejo adecuado de los recursos técnicos (antes que los humanos, o económicos, etc.), es obvio que deben hacerse todos los esfuerzos necesarios para aumentar su disponibilidad y utilización.

Por otra parte, independientemente de que la planificación sea centralizada o no, global o sectorial, estratégica o por objetivos, etc., hoy en día es considerada como un elemento decisivo para alcanzar las metas del desarrollo.

GRAFICO No. 5



En todo caso, sea cual sea el tipo de planificación científico-tecnológica a establecer, ésta debe ser concebida dentro de lo que se conoce como enfoque sistémico; es decir, se debe concebir la ciencia y la tecnología como un conjunto organizado, formando un todo en el que cada una de sus partes o subsistemas está conjuntada a través de una ordenación lógica, que encadena sus actos a un fin común y mantiene un equilibrio dentro de determinadas márgenes, frente a los estados que se ve obligado a adoptar por causa de las fuerzas internas o externas que influyen en su comportamiento (Sistema) (1).

Desde este punto de vista, un sistema de desarrollo científico-tecnológico nacional estaría constituido por los siguientes subsistemas: producción, incorporación, intermediación, educación, dirección y financiamiento (véase Gráfico No. 5).

#### 4.1. Componentes fundamentales del Sistema C y T (2)

- a. La utilización del conocimiento en la producción de bienes y servicios: Subsistema de Producción.

Conocimiento tecnológico (técnicas relativas a equipos, proceso, productos, organización, administración)  $\xrightarrow{\text{Utilización}}$  Proceso productivo de la empresa (bienes y servicios).

- b. La creación y la incorporación del conocimiento: Subsistema de Incorporación. Investigación básica, investigación aplicada, importación de conocimiento científico-tecnológico.  $\xrightarrow[\text{General}]{\text{Validez}}$  Sistema Científico Tecnológico.

- c. La intermediación entre la incorporación del conocimiento y su utilización: Subsistema de Intermediación.

Conocimiento general disponible (consultoría, ingeniería de proyectos y de diseño, servicios técnicos y de información)  $\xrightarrow{\text{Adaptación}}$  Necesidades de los usuarios (solución de problemas específicos).

- d. La formación y el perfeccionamiento científico-técnico de los recursos humanos: Subsistema de Educación.

Conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes, valores.  $\xrightarrow[\text{Empresas}]{\text{Educación Formal}}$  Institutos  $\rightarrow$  Ingenieros, técnicos, gerentes, administradores, obreros especializados.

- e. El gobierno del conjunto de funciones que constituyen el sistema: Subsistema de Dirección.

Estado, organizaciones empresariales y profesionales, universidades  $\xrightarrow{\text{Acciones}}$  Planificación, organización, coordinación, control del sistema de C y T.

- f. El financiamiento especializado de la actividad tecnológica: Subsistema de Financiamiento.

Sistema financiero.  $\xrightarrow{\text{Flujo de Dinero}}$  Funciones del sistema.

Obsérvese que este modelo refleja un nuevo enfoque del proceso de desarrollo científico y tecnológico para los países en vías de desarrollo. Dicho enfoque consiste en identificar el proceso en gran parte, con una mayor utilización del conocimiento

en la producción de bienes y servicios, lo cual contrasta con la concepción tradicional de concentrar los esfuerzos en ciencia y tecnología fundamentalmente en la mera creación de nuevo conocimiento.

Por otra parte, el modelo permite tener presente todos los subsistemas funcionales y la naturaleza de sus numerosas interrelaciones, que son en definitiva quienes van a determinar el aprovechamiento final de los aportes de cada una de las instituciones y organismos que conforman el sistema.

Por supuesto que los niveles cuantitativos y cualitativos de ocurrencia de tales interrelaciones y por ende del funcionamiento del sistema, van a estar influidos por un conjunto de factores de distinta naturaleza.

#### 4.2. Factores que inciden en el funcionamiento del sistema (3)

- a. Necesidad de crear una demanda efectiva de tecnología en el sector productivo: Las condiciones necesarias son:
  - Trabajar con mayor horizonte de tiempo.
  - Estar sometida a competencia efectiva.
  - Tener exigencias de reducción de costos, incrementos de productividad, mejoramiento de la calidad de productos o servicios.
  - No poder recurrir a otros caminos más fáciles que la innovación tecnológica (créditos preferenciales, bajos aranceles aduaneros, cambios preferenciales, control de precios).
  - Oferta nacional real.
  - Capacidad tecnológica.
  - Capacidad de gestión.
- b. Necesidad de fortalecer la intermediación del conocimiento: El contacto directo entre investigadores especialistas y profesionales a cargo de tareas de producción es poco fecundo. Son dos mundos distintos y se hablan dos lenguajes diferentes. Se desconocen las actividades de cada uno mutuamente y se enfocan los problemas de distinta manera. De aquí que sea útil la intervención de un profesional ubicado en una posición intermedia entre ambas actividades (ingeniero de diseño y de proyectos, asesor en administración, gerente de I y D, técnico de información, experto en gestión tecnológica).
- c. Desarrollo de la capacidad de gestión tecnológica a nivel sectorial: Dada la naturaleza de la tecnología, la que presenta características muy específicas, distintas en los diferentes sectores de producción de bienes y servicios, la gestión tecnológica no puede centralizarse en uno o dos organismos nacionales de planificación, es necesario contar con capacidad de gestión tecnológica en el interior de cada uno de los ministerios y otras dependencias gubernamentales, principalmente aquellas relacionadas con aspectos tan importantes como: industria, salud, energía, defensa, agricultura, educación, ambiente, comunicaciones, etc. Sin embargo, hay numerosos aspectos de una política científico-tecnológica que superan el ámbito sectorial. Además, se hace necesario coordinar e integrar las distintas actividades sectoriales entre ellas y vincularlas con las ciencias básicas y la formación de recursos humanos para lo cual es indispensable contar con un consejo o comisión central que cumpla tales funciones.
- d. Desarrollo de las fuentes de financiamiento especializado:

- Necesidad de contar con personal especializado capaz de evaluar proyectos de alto contenido tecnológico.
  - Necesidad de crear mecanismos financieros especializados dado el alto riesgo que significa invertir en C y T y los distintos enfoques necesarios para su otorgamiento.
- e. La reorientación de los institutos tecnológicos:
- Utilización insuficiente por parte del sector productivo de la capacidad existente en las instituciones tecnológicas universitarias y estatales.
  - Desajuste entre el tipo de problema técnico que preocupa a las empresas del sector productivo y el que interesa a los profesionales de los institutos y universidades.
  - Incomunicación básica.
  - Escasa capacidad de gestión tecnológica en las empresas y debilidad general en la función de intermediación.
  - Mayor contacto con las firmas consultoras y de ingeniería.
- f. La capacitación de recursos humanos:
- Dedicar más recursos al perfeccionamiento, especialización y actualización de los profesionales y técnicos en actividad.
  - Dividir las carreras de Ingeniería y Administración en ciclos sucesivos más breves y más prácticos.
  - Participación de las empresas tanto públicas como privadas, en especial las grandes, en el proceso de formación profesional que realizan las universidades.
- g. Transferencia de tecnología y desarrollo de la capacidad técnica local.

Transferencia de tecnología      Capacidad técnica local

La incidencia que estos factores (y algunos otros) tienen sobre el funcionamiento del sistema es suficientemente clara y definida. Por lo tanto, bastante previsible si se planifica sistemáticamente y tomando en consideración algunos supuestos teóricos mínimos, que orienten tal actividad hacia el futuro deseado, evitando acciones incorrectas y reduciendo la pérdida de oportunidades. Algunos de esos supuestos básicos se detallan en la siguiente sección.

#### 4.1. Supuestos básicos para orientar la planificación de actividades de C y T: (4)

4.1.1. La investigación científico-tecnológica no puede estar desligada de la realidad nacional: La ciencia, en tanto que fuerza productiva, es hoy en día un factor decisivo para el desarrollo económico nacional, es decir, los resultados de las investigaciones de hoy determinarán el nivel y la eficiencia productiva del mañana. Esto implica que es necesario dominar la producción intelectual que se corresponda con las exigencias, necesidades y posibilidades de nuestra sociedad, para que verdaderamente conduzca al progreso científico, tecnológico, económico y social del país, el cual ha sido, hasta ahora, relativamente débil y lento en la mayoría de los sectores o áreas de nuestro país, incluyendo las llamadas áreas prioritarias, siendo una de las razones básicas o principales la falta o inexistencia de una planificación y gerencia adecuadas en las actividades de ciencia y tecnología.

La planificación de ciencia y tecnología es considerada en la actualidad como un elemento decisivo en la planificación económica y social, entendiéndose, por supuesto,

que tal planificación no es una actividad limitante de la libertad científica o coartadora de la iniciativa creadora de los investigadores sino al contrario, es un ejercicio que bien organizado y desarrollado ofrece muchas ventajas. Así, por ejemplo, permite mejorar las condiciones de trabajo en tanto que eliminan trabas, obstáculos o dificultades, o en todo caso permite preverlas y evitarlas. Por otra parte, permite una mejor orientación de los recursos, sean éstos humanos, físicos o financieros, lo cual puede traducirse en la producción de una ciencia verdaderamente útil. Vista así, y no como un dogma, la planificación de la investigación y desarrollo permite además rectificar o establecer sobre la marcha nuevas orientaciones, nuevas áreas de trabajo o nuevas exigencias.

4.1.2. Es necesario tratar la investigación en calidad de inversión: La intención de toda inversión es producir resultados y lógicamente para conocer la eficacia de una inversión sus resultados deben medirse. Así, tanto los resultados de la investigación tecnológica como de la científica deben medirse, con el objeto de conocer si la inversión hecha se justifica o no. Por supuesto, el primer caso casi siempre está referido a cifras y resultados puramente económicos. Pero el segundo caso puede además referirse a cifras de otras naturaleza.

4.3.3. Es necesario concentrar los esfuerzos de Investigación y Desarrollo (I y D) en áreas y/o sectores prioritarios: Por supuesto, que los esfuerzos de Investigación y Desarrollo deben corresponderse con las exigencias, necesidades y posibilidades de la empresa, institución o país, según sea el caso que se trate.

Un problema central general de la investigación es garantizar un progreso científico suficiente y aumentar la eficiencia de la I y D. Es decir, obtener el nivel científico y tecnológico más elevado, para lo cual es necesario concentrar esfuerzos en áreas y/o sectores específicos (aunque ciertas razones de prestigio —políticas, prácticas temporales— expliquen la existencia de ciertas áreas de investigación aisladas), pues de otra manera es imposible alcanzar la eficacia, ya que razones humanas, económicas, de tiempo, espacio, etc., lo impedirían. Claro que tales áreas o sectores no deben ser rígidos y permanentes sino cambiantes, de acuerdo a la dinámica social, económica, científica y tecnológica, siendo la dinámica de estas dos últimas producto de la concentración de esfuerzos y la que nos permite invadir otros campos afines.

4.3.4. Los programas son instrumentos básicos de la planificación en C y T: Indudablemente que para el logro de dichas garantías es necesaria una planificación adecuada en la que los programas se conviertan en instrumentos básicos de la misma. Los programas son en realidad la unidad más fuerte de los estudios de la planificación y prácticamente el elemento operativo de ella. En este sentido, un programa viene a estar constituido por proposiciones de actividades o estrategias concretas, con objetivos específicos bien definidos y enmarcados dentro de un conjunto de acciones complementarias para viabilizar la búsqueda de soluciones a problemas planteados. Desde este punto de vista, una planificación de la investigación "programada" será más funcional y más estrictamente ligada a las necesidades y prioridades establecidas. Además, permite mayor flexibilidad a la hora de implementar planes.

Por otra parte, una planificación programada permite o facilita la multi e interdisciplinariedad de la investigación; una mejor racionalización de los recursos humanos, físicos y financieros; una mejor concentración de los esfuerzos en I y D; una me-

por evaluación y retroalimentación del sistema de planificación.

**4.3.5. La correcta administración de los recursos físicos y financieros conduce a mayor eficiencia en la investigación:** En realidad, al discutir sobre las dificultades básicas que se presentan para desarrollar una investigación científica, en lo primero que se nos ocurre pensar es en la dificultad financiera o presupuestaria, y en segundo término, en la falta o escasez de instrumentos, equipos o espacio físico. Sin negar la preponderancia de tales factores para el mejor desarrollo de una buena investigación, nos hemos preguntado con verdadera seriedad y responsabilidad si es posible llevar a cabo nuestros programas o proyectos de investigación con recursos más limitados, es decir, reutilizando algunos equipos e instrumentos, compartiendo los ya existentes en nuestros laboratorios con los de otras dependencias, darle un buen servicio de mantenimiento principalmente a los más costosos, administrando con criterio de escasez aquellos recursos desechables o no renovables. Nos hemos preguntado con verdadera honestidad y determinación si el espacio, equipos, instrumentos y dinero a ser utilizados en las labores de investigación tendrán una utilidad cierta o no será más que un gasto elevado y poco provechoso dirigido a satisfacer egos, posiciones, caprichos o compromisos individuales o colectivos.

**4.3.6. La adecuada formación y utilización de recursos humanos determina resultados futuros de investigación:** Generalmente se dice y se acepta que los recursos humanos para la investigación en nuestro país son insuficientes. Para los que tenemos:

- ¿Se han formado en las áreas en las cuales los necesitamos?
- ¿Son siempre empleados allí donde precisamente tenemos necesidad?
- ¿Cuál es su rendimiento cuando sus talentos y capacidades son utilizados en áreas distintas a su especialidad?
- ¿Se prevé su utilización máxima indispensable para lograr los resultados deseados?
- ¿Se les suministran las condiciones mínimas necesarias para desarrollar su trabajo?
- ¿Se prevé la formación de nuevos cuadros que sustituyan o releven temporalmente a los ya existentes?

**4.3.7. Es necesario conocer las propias fuerzas y debilidades así como las oportunidades y amenazas y planificar sobre ellas:** Todo este conjunto de reflexiones, nos conduce en verdad a considerar la necesidad de conocer nuestras propias fuerzas y debilidades así como las potenciales oportunidades y amenazas y planificar sobre ellas. En otras palabras, sólo el conocimiento profundo de tales aspectos permiten determinar con claridad: recursos financieros, capacidad física instalada, necesidad y/o capacidad de los recursos humanos, áreas o sectores a concentrarse, otras posibles áreas y/o sectores de ataque, detección de necesidades de investigación, correcta selección de prioridades, mejor identificación de áreas-problema, adecuado establecimiento de líneas de investigación, mejor conformación de programas de investigación, y planteamientos estratégicos a seguir.

**4.3.8. Conocer, y si es necesario, mejorar los sistemas organizativos, de información, de control y operativos:**

- El sistema organizativo: debe estar orientado a un fin común, definido en términos que puedan ser entendidos por los integrantes de la organización; debe po-

ser capacidad de cambio para adaptarse tanto a la dinámica interna de la organización como a la dinámica externa que la afecta; y debe asignar acciones y responsabilidades de acuerdo a los fines, a cada uno de sus integrantes.

- El sistema de información: debe ser fluido, ágil, eficaz, rápido; debe fluir en ambas direcciones: de arriba a abajo y viceversa; es elemento fundamental para la toma de decisiones; y debe considerar el entorno de la organización y éste con ella.
- El sistema de control: es la esencia del funcionamiento de la organización como sistema; mide el grado de eficiencia con que se está empleando la organización; no debe ser inquisitivo sino valorativo, organizativo y funcional; y debe ser claro, simple, adaptable, continuo, objetivo, adecuado, oportuno y eficiente.
- El sistema operativo: es la forma de llevar adelante la organización; debe ser eminentemente flexible y su estructura debe ser función directa del objetivo perseguido; y debe interrelacionar las áreas funcionales de manera clara y precisa, en virtud de las transferencias que se determinan entre ellas.

La coordinación de estos supuestos teóricos aquí presentados, así como la de algunos otros que pudieran reseñarse de acuerdo a criterios específicos, es determinante durante un proceso de toma de decisiones anticipadas como lo es la planificación de C y T. Además puede facilitar la formulación de criterios de evaluación cualitativos y cuantitativos del progreso logrado y el establecimiento de procesos de vinculación con otros sistemas o subsistemas importantes de la región o el país.

#### 4.4. Principales vinculaciones del sector C y T: (5)

- Vinculación directa de la planificación científico-tecnológica con los poderes decisionales y ejecutivos del país.
- Vinculación de la comunidad científico-tecnológica nacional al proceso de planificación y gestión del sector.
- Vinculación de los sectores empresariales, privados y públicos, al proceso de planificación y gestión de C y T.
- Vinculación permanente de los diversos sectores organizados de la comunidad nacional entre sí, especialmente los relacionados con técnicas.
- Vinculación institucional y legal del sector para la ejecución de acciones planificadas.

Es posible que algunos de estos sectores o elementos estén todavía poco desarrollados, sin embargo, es nuestra opinión que muchos de ellos están suficientemente maduros como para ser legítimamente parte integrante del proceso planificador. La tarea planificadora es de tal complejidad, que la experiencia aconseja sólo planificar una gama reducida de actividades y por plazos limitados; pero en todo caso, obligada a la consideración de distintas opciones, condicionantes o enfoques que tiendan a obviar las dificultades más comunes que se encuentran en los procesos de planificación.

#### 4.5. Principales dificultades de la planificación en C y T: (6)

- a. La adecuada dotación de recursos humanos suficientes y estables.
- b. Los vacíos de información.
- c. La poca relación con los objetivos económicos y objetivos sociales.
- d. La insuficiente articulación entre los esfuerzos de planificación del desarrollo regional y los planes y políticas nacionales.
- e. La falta de persistencia.

f. La debilidad operativa de los planes.

Frente a esta situación, la incorporación de las variables C y T exige paralelamente un trabajo intenso en el perfeccionamiento de la planificación. Esta relación entre C y T y la planeación se puede enfocar al menos de cuatro modos principales.

4.6. La dimensión modal de la planificación en C y T: (7)

- a. Generación y manejo espontáneo de ciencia y tecnología (producción de tecnología oferta-demanda).
- b. Planificación de la actividad C y T sin relación alguna con la planificación nacional (transnacionales y universidades).
- c. Planificación científico-tecnológica dentro de los lineamientos de la planificación nacional (instituciones públicas).
- d. Planificación económico-social nacional tomando en cuenta la dimensión ciencia y tecnología (diagnosís continua a nivel local, regional, nacional e internacional).

La primera de estas formas, es la que generalmente ocurre en los países más avanzados industrialmente; es decir, existe una producción científico-tecnológica que funciona normal y apropiadamente en relación a un esquema de oferta-demanda que se establece por condiciones de mutua comunicación entre el sector I y D y el sector productivo. El segundo modo, es el que comúnmente llevan adelante las empresas transnacionales y algunas universidades nacionales. El primero de los casos se explica en tanto que las empresas privadas presentan objetivos y funciones distintas a las de cualquier institución estatal y en una economía mixta como la nuestra, bajo los principios de la libre empresa, es plenamente admisible que ello ocurra. En el caso de las universidades, particularmente las públicas, tal situación constituye más bien una irreverencia, pues ellas están al servicio del Estado y la sociedad, por lo que su actividad científico-tecnológica debe guardar una íntima relación con los planes nacionales de desarrollo.

El tipo de planificación de C y T, que se realiza estrictamente dentro de los lineamientos de la planificación nacional, corresponde más bien a las instituciones públicas. Esta quizás sea la forma más lógica de realizar tal actividad; no obstante, hay que llamar la atención sobre la necesidad de ser cauteloso cuando dichas instituciones reúnan condiciones muy particulares. Por ejemplo, centros o institutos de investigación y desarrollo que funcionan en el interior del país, en condiciones muy distintas a las de centros o instituciones de las grandes ciudades; centros o instituciones muy relacionados con el sector productivo privado, etc.

Finalmente, la cuarta forma se corresponde con lo que podemos llamar una diagnosís continua a nivel local, regional, nacional e internacional de las distintas fuerzas, debilidades, oportunidades y amenazas del sector C y T que deben ser consideradas para su inclusión en la planificación económico-social del país.

Sin desconocer la importancia que pudieran tener las otras formas discutidas, particularmente cuando se trate de casos muy concretos o de una singularidad especial, se piensa que es esta última la forma más adecuada que debe seguirse para incorporar la ciencia y la tecnología al desarrollo nacional. Sin embargo, aquí es bueno aclarar dos cosas. Una, no se pretende indicar que la planificación adecuada e incorporación de C y T a los planes nacionales, son una varita mágica, que van a solventar de un día

para otro y sin mayores esfuerzos todos los problemas económicos y sociales que actualmente vive el país. No obstante, se cree que la incorporación del "facto residual" en los planes de desarrollo nacional, constituye al menos una garantía de progreso tecnológico e industrial que necesariamente se reflejará en la situación económica del país.

La segunda aclaratoria se hace con referencia a la diferencia que existe entre formular y ejecutar planes y políticas. Una cosa es diseñar toda una planificación de las actividades de C y T que se corresponda con la realidad nacional y se incorpore al plan maestro del país, y otra cosa es desarrollar una gestión dinámica, agresiva, contemporánea de la dimensión C y T formulada en los planes. Obviamente, de lo que se trata es de cambiar ambas acciones bajo los principios generales de la adecuación mutua y la retroalimentación permanente. Se piensa pues, en definitiva, que sólo de esta manera pueden convertirse la ciencia y la tecnología en base sólida e irreversible para el progreso nacional.

## 5. A MANERA DE CONCLUSIONES

La correcta formulación y ejecución de planes y políticas científico-tecnológicas es una materia bastante compleja. La multiplicidad de objetivos que los gobiernos esperan lograr; la diversidad de medidas de política disponibles así como los posibles beneficios y metas por alcanzar; el amplio campo de contenidos, obstáculos y limitaciones a considerar; y la peculiaridad y complejidad del proceso mismo de innovación tecnológica, conducen a uno en verdad a la conclusión de que la formulación e instrumentación de planes que permitan incorporar la dimensión C y T al desarrollo nacional no es tarea fácil de realizar. Los cambios necesarios son difíciles de lograr y bastante profundos en perspectiva. Sin embargo, sigue siendo todavía una tarea importante que tiene que ser acometida.

Por otra parte, la investigación y desarrollo y la innovación tecnológica son procesos a largo plazo. Esto significa que toda planificación referente a ellas que sea formulada e instrumentada hoy, probablemente no producirá un impacto significativo hasta dentro de cinco o más años. Esta situación presenta el dilema profético de desarrollar e introducir planes y políticas que no rendirán beneficios inmediatos para el partido de gobierno. En este sentido, sería aconsejable que los gobiernos se preparasen para adoptar planificaciones estratégicas (largo plazo), las cuales, por supuesto, van a estar divorciadas de los preceptos y mandatos de corto plazo y a menudo bastante indiferentes de los partidos políticos, pero que son prácticamente indispensables para que el proceso de C y T funcione cabalmente.

Partiendo de este planteamiento, se impone señalar que una incorporación exitosa de la dimensión C y T a los planes nacionales no puede ser lograda si se intenta desde una perspectiva unilateral; es decir, no debe ser sólo tarea del gobierno, sino un esfuerzo concentrado de todos los actores que ella envuelve. Se necesita en verdad una perspectiva más amplia.

Aunque claramente, el eje central de la comunidad comprometida con la planificación e incorporación de C y T al desarrollo del país, se encuentra en las dependencias centrales del gobierno, se cree que el papel de las firmas industriales, las instituciones de I y D y otros grupos de interés, debe ser considerado seriamente. La integra-

ción de la academia, la industria y los grupos de interés a las tareas ya mencionadas, pudieran de alguna manera colaborar en la solución del dilema político anteriormente discutido.

Las políticas y planes basados en un consenso entre el gobierno, la industria y otros actores como la confederación de trabajadores, asociaciones científicas, grupos de interés social, etc., considerando objetivos y metas económicas y sociales de largo plazo resultaría en un gran beneficio para la industria, el gobierno y la sociedad en general. El papel del gobierno en promover y guiar todas las tareas relativas a C y T es ya importante, el papel de los otros actores, sin embargo, es todavía bastante marginal. Es de esperarse pues, la definición, aceptación y cumplimiento de los roles a desempeñar por cada uno de dichos actores para beneficio del país nacional.

### REFERENCIAS

1. Pozo Navarro, F. *La Dirección por Sistemas*. Limusa. México, 1985.
2. Adaptación hecha del Proyecto PNUD-UNESCO-CINDA. *Universidad y Sector Productivo: políticas y mecanismos de vinculación*. CINDA. México, 1979.
3. *Ibid.*
4. Calimán, Adolfo. "Supuestos Básicos para Orientar la Planificación de Actividades de Ciencia y Tecnología", mimeo, Curso-Faller: Planificación y Financiamiento en Ciencia y Tecnología, Programa Nacional de Capacitación en Planificación y Administración en Ciencia y Tecnología, Maracaibo, Venezuela, Septiembre 1987.
5. ILPES. *Reflexiones sobre Ciencia, Tecnología y Planificación*. E/CEPAL/ILPES/r.42. Bolivia, Agosto 1981.
6. *Ibid.*
7. *Ibid.*