

---

# La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina \*

*Jorge Sábato y Natalio Botana*

## 1. INTRODUCCIÓN

1. La superación del subdesarrollo de América Latina resultará de la acción simultánea de diferentes políticas y estrategias. En todo caso, y cualesquiera que sean los caminos elegidos, el acceso a una sociedad moderna —que es uno de los objetivos que se pretenden alcanzar por el desarrollo— supone necesariamente una acción decisiva en el campo de la investigación científico-tecnológica. Lentamente, América Latina comienza a adquirir conciencia de esta necesidad y de esta carencia; lentamente y casi a regañadientes: todavía muchos funcionarios creen que la investigación es un lujo para los países desarrollados y muchos empresarios circunscriben su función a adquirir patentes y pagar royalties. Todos aquellos que adoptan esta actitud pasiva, olvidan que la nación que descarta esta tarea corre el peligro de quedar marginada de la historia, ignorando el lenguaje de los países científica y técnicamente más avanzados y ostentando los viejos atributos de la soberanía como meros símbolos formales, vigentes, quizá, en un pasado que definitivamente terminó.

2. La investigación científico-tecnológica es una poderosa herramienta de transformación de una sociedad. La ciencia y la técnica son dinámicos integrantes de la trama misma del desarrollo; son efecto pero también causa; lo impulsan pero también se realimentan de él. Estos conceptos recibieron un reconocimiento explícito en la Conferencia de Punta del Este, en abril de 1967, en donde los Jefes de Estado de las Repúblicas de América consagraron, en su casi totalidad, el capítulo y de su declaración a los problemas del desarrollo científico y tecnológico, afirmando textualmente lo siguiente:

“El adelanto de los conocimientos científicos y tecnológicos está transformando la estructura económica y social de muchas naciones. La ciencia y la tecnología ofrecen infinitas posibilidades como medios al servicio del bienestar a que aspiran los pueblos. Pero en los países latinoamericanos este acervo del mundo moderno y su potencialidad distan mucho de alcanzar el desarrollo y nivel requeridos...La ciencia y la tecnología son instrumentos de progreso para la América Latina y necesitan un impulso sin precedentes en esta hora”.

## II. UN PLANTEO EN FUNCIÓN DEL ORDEN MUNDIAL PARA EL AÑO 2000

1. Conviene comenzar resumiendo los principales argumentos en favor de la tesis de que, en nuestros países y teniendo en cuenta la situación presente, debemos realizar investigación científico-tecnológica en forma seria, sostenida y permanente. Ellos son los siguientes:

a) La absorción de las tecnologías que todo país debe necesariamente importar, es más eficiente si el país receptor dispone de una sólida infraestructura científico-tecnológica. Está infraestructura —que más adelante será definida con más precisión— sólo puede crearse, mantenerse y progresar a través de la acción propia de la investigación.

b) El uso inteligente de los recursos naturales, de las materias primas, de la mano de obra y del capital, así como los problemas de las economías de escala, requieren investigaciones específicas para cada país.

---

\* Este trabajo fue presentado a The World Order Models Conference. Bellagio, Italia, 1968, y publicado en la Revista de la Integración, N° 3, noviembre 1968.

c) La transformación de nuestras economías, para satisfacer la necesidad imperiosa de industrializarnos y exportar productos manufacturados, será tanto más exitosa cuanto más elevado sea nuestro potencial científico-tecnológico.

d) La ciencia y la tecnología son promotores catalíticos del cambio social.

2. Si analizamos el problema, no sólo en función de las necesidades presentes, sino en la perspectiva de un orden mundial para el año 2000, la necesidad de un vigoroso desarrollo científico-tecnológico en América Latina, resulta aún más imperiosa. En efecto: la tesis más importante de la reunión de Chile<sup>1</sup> es que: uno de los factores decisivos que podrá conducir a la realización de un nuevo tipo de orden mundial en el año 2000, es la voluntad de las naciones latinoamericanas *de lograr una plena participación*, como sujetos activos, en el desarrollo social, político y cultural del mundo del futuro. Se trata, pues, de promover nuevas relaciones de igualdad entre las naciones y las regiones, de modo tal que el desarrollo de los países marginados permita una redefinición de la actual distribución del poder, el bienestar y el prestigio en el seno de la comunidad internacional. Aplicando estas ideas al campo de la ciencia y la tecnología resulta, entonces, que América Latina, con escasa intervención en el pasado y en el presente en el desarrollo científico y tecnológico, deberá cambiar su papel pasivo de espectador por el activo de protagonista, procurando conquistar la máxima participación. En esta perspectiva, es imperativo que las naciones latinoamericanas realicen un supremo esfuerzo en ciencia y tecnología, apoyadas por la asistencia de aquellos países que comparten esta idea del orden mundial en los próximos treinta años.

3. La conclusión anterior es que *debemos intervenir* en el desarrollo científico-tecnológico. La pregunta inmediata es: ¿podemos acaso hacerlo? Este interrogante no se refiere a formidables obstáculos que son obvios (atraso relativo actual, falta de recursos materiales y humanos, ausencia de tradición, etc.), sino a la posibilidad misma que deriva de la naturaleza intrínseca del proceso: teniendo en cuenta la situación actual del desarrollo científico-tecnológico y su perspectiva futura, ¿es posible aún prever una intervención importante? Una primera respuesta, se encuentra en los diversos estudios prospectivos sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología hasta el año 2000. No importa, ahora, elegir entre ellos o emitir juicios sobre cuál es el que tiene más probabilidades de éxito. Todos, en principio, han sido realizados por gente experta y están basados en diferentes metodologías plenamente plausibles. Lo que importa subrayar en esos estudios, es que ellos prueban algo que debería ser trivial, pero que la mayor parte de la gente olvida: que, siendo la ciencia y la técnica actividades dinámicas, es muy factible que los acontecimientos de las próximas décadas serán mucho más espectaculares y revolucionarios que los que han ocurrido en los últimos 20 años. En nuestros países es común pensar, por el hecho de ser espectadores y no protagonistas, que estamos viviendo el momento culminante de la revolución científico-tecnológica. Ello no es cierto, como bien lo prueban los estudios prospectivos, que demuestran que son previsibles transformaciones científicas mucho más profundas que las experimentadas hasta el presente. Por lo tanto, debemos adquirir conciencia de que estamos *en medio* de un proceso y no en su término final, de lo cual resulta que aún tenemos posibilidades de participación. La investigación científico tecnológica jamás se detiene y, es preciso recordarlo, jamás se podrá detener. No existe *último* acto en este proceso y siempre se puede llegar a tiempo, porque, en alguna medida, todo está siempre comenzando y todo le pertenece. Como el de Einstein, el universo de la investigación científica es *finito pero sin límites*. El juego es abierto, el protagonista es el hombre y todos tenemos oportunidad de participar en él; y estas oportunidades serán aún mayores en la medida que así lo entendamos y sepamos marchar en la dirección correcta.

### III. UNA ESTRATEGIA PARA LA INNOVACIÓN

#### 1. *Objetivos estratégicos*

De lo anterior, resulta, en primer lugar, que en el marco de las condiciones propuestas para el año 2000 *debemos* participar en el desarrollo científico-tecnológico. En segundo lugar, y por la naturaleza misma de ese proceso, *podemos* participar en él. *El objeto de este trabajo es proponer una estrategia que permita hacer realidad esa participación obligatoria y posible*. Para ello comenzaremos por definir con

---

<sup>1</sup> Se trata de la Primera Reunión del Comité de Patrocinio y Política del *Estudio Prospectivo sobre América Latina y el Orden Mundial en la Década de 1990* que tuvo lugar en Santiago de Chile, en noviembre de 1967.

mayor precisión el objetivo de esta acción: *Lograr capacidad técnico-científica de decisión propia a través de la inserción de la Ciencia y de la Técnica en la trama misma del proceso de desarrollo*. Es evidente que, en mayor o menor grado, ninguno de los países de América Latina posee hoy esa capacidad: esta carencia se pone de manifiesto cada vez que se deben tomar decisiones en aquellos problemas donde las variables científico-técnicas son de gran importancia, sean estos de naturaleza política (pacto de desnuclearización; uso del espacio para fines pacíficos o militares, sistemas de telecomunicación por satélite); económica (asignación de prioridades en el desarrollo industrial, introducción de nuevos procesos productivos, exportación de productos manufacturados); social (planificación de recursos humanos y modernización de la enseñanza, tecnificación de los programas de entrenamiento y capacitación de mano de obra), etc. Analicemos a continuación algunos de los elementos que más se vinculan con el problema así planteado.

## **2. La Infraestructura científico-tecnológica**

Visto como un producto social, hacer investigación supone la existencia de una infraestructura científico-tecnológica; denominamos así al siguiente complejo de elementos articulados e interrelacionados entre sí:

- a) El sistema educativo que producen los hombres que protagonizan la investigación: científicos, tecnólogos, ayudantes, asistentes, operarios, administradores;
- b) Los laboratorios, institutos, centros, plantas pilotos (formados por hombres, equipos y edificios) donde se hace investigación;
- c) El sistema institucional de planificación, de promoción, de coordinación y de estímulo a la investigación (Consejos de Investigación, Academias de Ciencias, etc.);
- d) Los mecanismos jurídico-administrativos que reglan el funcionamiento de las instituciones y actividades descritas en a), b) y c);
- e) Los recursos económicos y financieros aplicados a su funcionamiento.

La calidad de una infraestructura dada está determinada por todos y cada uno de estos elementos, y por su armoniosa y permanente trabazón. Por esta razón la debilidad de la infraestructura científico-tecnológica, en nuestros países, proviene de la acción simultánea de varios actores negativos: sistemas educativos anticuados que en general no producen hombres creativos o los combaten mecanismos jurídico-administrativos de gran rigidez, ineficientes, y generadores de una atmósfera burocrática poco propicia a la actividad creadora; recursos escasos o mal distribuidos; olvido persistente de que la calidad de la investigación resulta de la calidad de los investigadores, razón por la cual éstos deben ser celosamente respetados y su libertad académica plenamente garantizada; planificación inexistente o de nivel rudimentario, incapaz de precisar metas o delinear estrategias compatibles con la libertad académica; promoción y estímulo fuertemente imbuidos por el favoritismo político, o por relaciones sociales particulares, o por actitudes conformistas; estructuras administrativas que dificultan la creación de cuadros técnicos auxiliares imprescindibles (vidrieros, proyectistas, torneros, electrónicos, etc.); remuneraciones que en muchos casos imposibilitan el desempeño *full time* del personal; universidades tradicionales donde la investigación es considerada como una función secundaria; investigación casi nula en el sector privado y muy débil en el sector público ligado a la producción (energía eléctrica, petróleo, carbón, telecomunicaciones, siderurgia, transportes, etc.).<sup>2</sup> Reforzar la infraestructura supone, por consiguiente, una acción coordinada sobre el conjunto de los elementos que la integran, en función de un diagnóstico preciso del estado real de cada uno de ellos y de las circunstancias propias de cada país.

## **3. La innovación**

No basta, sin embargo, construir una vigorosa infraestructura científico-tecnológica para asegurar que un país será capaz de incorporar la ciencia y la técnica a su proceso de desarrollo: es menester, además,

---

<sup>2</sup> Resulta innecesario afirmar que se trata de un cuadro descriptivo de las tendencias generales de la situación de América Latina en esta materia y que por lo tanto ella no significa desconocer las excepciones que se pueden presentar en cada uno de los puntos indicados.

transferir a la realidad los resultados de la investigación; *acoplar* la infraestructura científico-tecnológica a la estructura productiva de la sociedad.

Conviene ahora introducir el concepto de *innovación*, con el cual designaremos la *incorporación del conocimiento —propio ajeno— el con el objeto de generar o modificar un proceso productivo*. Es, por cierto, un concepto distinto al de investigación: el conocimiento transferido puede ser el resultado—directo o indirecto—de la investigación, pero puede resultar también de una observación fortuita, un descubrimiento inesperado, una intuición acientífica, una conexión aleatoria de hechos dispersos. Mientras sobre el tema de la investigación se conoce lo suficiente para saber lo que se debe y lo que no se debe hacer para tener éxito; en cambio, acerca del proceso de innovación, es poco lo que se sabe: intervienen en él una cantidad de factores cuyo papel específico e interrelación se desconocen; elementos de naturaleza tan dispar como la estructura económico-financiera de la sociedad y de las empresas, la movilidad social, la tradición, las características de los grupos dirigentes, el sistema de valores de la sociedad, las necesidades concretas en una situación determinada, los mecanismos de comercialización. Cada país en particular, y dentro de él cada sector y cada empresa, debe estudiar cuidadosamente el por qué y el cómo de la innovación, tratando de descubrir sus mecanismos para impulsarlos en la dirección correcta. Hay países que han tenido mucho éxito en la innovación, mientras que otros —con igual o mejor infraestructura científico-tecnológica— han tenido menos. Es ilustrativo comparar Gran Bretaña y Japón; mientras en la primera de estas naciones la investigación ha alcanzado un alto nivel de creatividad—hasta el punto de ser el país del mundo con más premios Nóbel per cápita—la innovación ha sido relativamente pobre, por razones aparentemente derivadas de la estructura empresarial, a la cual varios autores atribuyen la mayor responsabilidad en el deterioro de la posición industrial británica; en cambio, en el Japón, donde la investigación, aunque de excelente nivel, es inferior a la de Gran Bretaña, la innovación ha superado aparentemente la de todos los países del mundo.

Las fuentes impulsoras de la innovación son, entre otras, la guerra real o potencial, las necesidades del mercado, la sustitución de importaciones, la escasez de materias primas, la mayor o menor disponibilidad de mano de obra calificada y la optimización de la inversión.

Los obstáculos más importantes que se alzan frente a la innovación son de carácter sociocultural (el predominio de actitudes rutinarias, la falta de agresividad empresarial, el temor a la acción sindical); económico (la existencia de mercados monopolizados o altamente protegidos, de rígidos mecanismos de comercialización, de estructuras artificiales de precios y de costos); financiero (la escasez de capitales y la falta de optimización de los recursos existentes); político (referido entre otros factores al régimen impositivo, la legislación sobre patentes, las leyes de trabajo, las leyes de fomento industrial) y científico (relacionado básicamente con una infraestructura científico-tecnológica débil e inexistente). Superar estos obstáculos constituye una tarea vasta y compleja, con riesgos y conflictos muchas veces imprevisibles, y que trasciende —el caso británico así lo demuestra— el mero desarrollo de la investigación científico tecnológica.

#### **IV. LA INSERCIÓN DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGÍA EN LA TRAMA DEL DESARROLLO LATINOAMERICANO**

Enfocada como un proceso político consciente, la acción de insertar la ciencia y la tecnología en la trama misma del desarrollo, significa saber dónde y cómo innovar. La experiencia histórica demuestra que este proceso político constituye el resultado de la acción múltiple y coordinada de tres elementos fundamentales en el desarrollo de las sociedades contemporáneas: el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica. *Podemos imaginar que entre estos tres elementos se establece un sistema de relaciones que se representaría por la figura geométrica de un triángulo, en el cual, cada uno de ellos, ocuparía su vértice respectivo.*

##### ***1. El triángulo de relaciones entre gobierno, ciencia-tecnología y estructura productiva.***

La existencia histórica de este triángulo de relaciones científico tecnológicas ha sido suficientemente explicada por economistas, sociólogos e historiadores, motivo por el cual creemos

innecesario reivindicar la originalidad de este enfoque<sup>3</sup>. El proceso por el cual se estructura tal sistema de relaciones en una sociedad, está claramente ilustrado por la experiencia de los Estados Unidos. En este caso, la guerra (entendida como un factor desencadenante del proceso), ha jugado un papel decisivo. Hasta la segunda guerra mundial, en efecto, la innovación fue el resultado de diversas causas, principalmente de la acción recíproca de las fuerzas del mercado y de acontecimientos bélicos como la incidencia de la guerra de secesión en los estados industriales del norte y, en mucho menor grado, la primera guerra mundial. Durante la década del 40, el gobierno actúa sobre la infraestructura científico-tecnológica y la estructura productiva industrial en una escala mucho mayor de lo que había ocurrido anteriormente, convirtiéndose en el promotor más importante del proceso de innovación. Los éxitos espectaculares, obtenidos por la aplicación deliberada y consciente de la ciencia y de la técnica (avión a reacción, radar, bomba atómica, etc.), y la nueva simulación provocada por la guerra fría, contribuyeron a que el gobierno continuara desempeñando un papel decisivo como impulsor de las relaciones que configuran nuestra imagen del triángulo<sup>4</sup>.

La experiencia histórica permite, pues, inducir esta imagen simplificada de las relaciones entre gobierno, ciencia, tecnología y estructura productiva. Sin embargo, la exposición de este sistema de relaciones no pretende tan sólo interpretar una realidad en función de un modelo analítico definido de antemano, cuanto demostrar que: la existencia del triángulo científico-tecnológico, asegura la capacidad racional de una sociedad para saber dónde y cómo innovar y que, por lo tanto, los sucesivos actos, tendientes a establecerlo permitirán alcanzar los objetivos estratégicos propuestos anteriormente.

Analicemos a continuación, de modo más preciso, las características de cada uno de los vértices.

El vértice-infraestructura científico-tecnológica ha sido definido previamente. Definiremos el vértice-estructura productiva, en un sentido general, como el conjunto de sectores productivos que provee los bienes y servicios que demanda una determinada sociedad. El vértice-gobierno, por su parte, comprende el conjunto de papeles institucionales que tienen, como objetivo, formular políticas y movilizar recursos de y hacia los vértices de la estructura productiva y de la infraestructura científico-tecnológica a través de los procesos legislativo y administrativo. Los vértices están caracterizados desde el punto de vista *funcional*, lo cual permite ubicar correctamente en el vértice correspondiente a muchos sectores de actividad que, por su naturaleza, podrían crear confusión: así, por ejemplo, una empresa propiedad del Estado que produce acero pertenece al vértice-estructura productiva y no al vértice gobierno, pese a que su control esté en manos del gobierno, y del mismo modo, un laboratorio de investigaciones propiedad de una empresa privada, pertenece al vértice-infraestructura científico-tecnológica y no al vértice-estructura productiva.

Como podemos observar, cada vértice constituye un centro de convergencia de múltiples instituciones, unidades de decisión y de producción, actividades, etc., motivo por el cual estaríamos en condiciones de afirmar que las relaciones que configuran el triángulo tienen también múltiples dimensiones, pudiendo, en consecuencia, seleccionar las que resultan más importantes para precisar el punto de vista adoptado. De este modo el triángulo se definiría por las relaciones que se establecen *dentro* de cada vértice, a las que denominaremos *intrarrelaciones*; por las relaciones que se establecen *entre* los tres vértices del triángulo, a las que identificaremos como *interrelaciones* y, finalmente, por las relaciones que se establecen entre el triángulo constituido, o bien, entre cada uno de los vértices *con el contorno externo* del espacio en el cual se sitúan, a las que llamaremos *extrarrelaciones*.

## **2. Intrarrelaciones dentro de cada vértice**

Las relaciones que se establecen dentro de cada vértice tienen como objetivo básico el de transformar estos centros de convergencia en centros capaces de generar, incorporar y transformar demandas en un producto final que es la innovación científico-tecnológica. De tal modo, las diferentes relaciones que integran cada vértice, deben estructurarse con vista a garantizar una determinada *capacidad*. Esta capacidad

---

<sup>3</sup> La bibliografía americana que ha explicado este problema es vasta. A título ilustrativo, suficiente con citar dos obras importantes, recientemente aparecidas: E. S. Woytinsky, *Profile of the U.S. Economy*, en donde conviene consultar el Cap. XVII, *The American Economy in an Age of Science and Technology*; y la obra de J. K. Galbraith, *The New Industrial State*, Boston, 1967, que está consagrada a explicar la concentración de este sistema de relaciones en lo que el autor llama la *tecnología-estructura*.

<sup>4</sup> Creemos innecesario corroborar esta descripción sucinta con cifras y cuadros comparativos acerca de la acción del Gobierno Federal de los EE. UU. en este terreno. Una síntesis sumamente ilustrativa puede encontrarse en la obra de E. S. Woytinsky, ya citada.

para generar, incorporar o transformar demandas es una *cualidad* que, hipotéticamente, atribuimos a los sujetos que se sitúan en cada uno de los vértices y, lógicamente, tendrá una connotación particular según sea el vértice considerado.

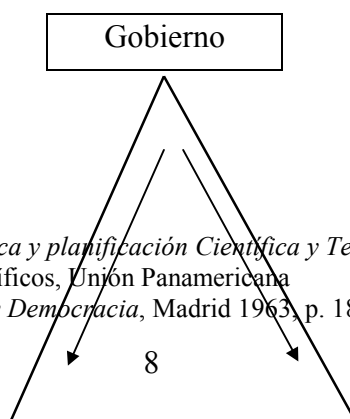
El vértice-gobierno, ya lo hemos visto, tiene como objetivo el de formular e implementar políticas en el ámbito científico-tecnológico; ello requiere la capacidad para realizar una *acción deliberada* en este campo, para formular un cuerpo de doctrina, de principios, de estrategia capaz de fijar metas posibles, cuyo logro depende de una serie de decisiones políticas, de la asignación de recursos y de la programación científico-tecnológica<sup>5</sup>. En términos generales, esta acción de gobierno no se realiza en América Latina; quizás sea posible discernir un esfuerzo cuando se trata de imaginar doctrinas y principios generales, que *deberían ser* realizados en este terreno, pero es realmente difícil constatar la capacidad gubernamental para traducirlos en hechos eficientes.

La cualidad que asignamos a los sujetos que actúan en el vértice infraestructura científico-tecnológica es la *capacidad creadora*. Ella resulta de un atributo esencial de la investigación científica. Es cierto que el extraordinario desarrollo de la ciencia ha transformado los modestos laboratorios de preguerra —donde, sin embargo, se produjeron los avances fundamentales de la física de este siglo— en verdaderas fábricas de conocimiento, con todo lo que esto implica en materia de recursos; pero no es menos cierto que la investigación ha sido, es y será un producto de la inteligencia humana. No cabe duda que el trabajo en equipo, y con recursos abundantes, aumenta la eficiencia y puede ser que estimule la creación—aunque muchas veces la inhibe— pero es muy difícil que la produzca la creación es un acto singular de una mente singular; aquellos que viven el espejismo de los equipos costosos, los instrumentos sofisticados y los edificios muy funcionales, ignoran la verdad capital de que la capacidad creadora es la virtud esencial de la investigación. Un científico mediocre producirá ideas mediocres y, si se suman científicos mediocres, las ideas continuarán siendo mediocres por más dinero que se les inyecte. Por ello se ha dicho, con razón, que un laboratorio no vale tanto por las dimensiones del edificio que ocupa, ni por los recursos en equipo e instrumental que posee, sino por la calidad y la cantidad de inteligencia de los hombres que lo integran.

Por último, el objetivo básico de la estructura productiva, será garantizado por la *capacidad empresarial* pública o privada, que, en este caso, la definiremos, siguiendo las clásicas ideas desarrolladas por Schumpeter, como aquella función que “consiste en reformar o revolucionar el sistema de producción, explotando un invento, o, de una manera más general, una posibilidad técnica no experimentada para producir una mercancía nueva o una mercancía antigua por un método nuevo, para abrir una nueva fuente de provisión de materias primas y una nueva salida para los productos, para reorganizar una industria, etc.”<sup>6</sup>.

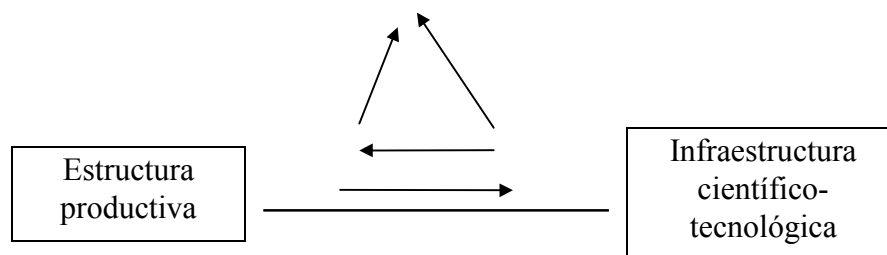
### 3. Interrelaciones entre los tres vértices

A partir de la gran revolución científica-tecnológica de la segunda mitad del siglo XX, es imposible imaginar un esfuerzo sostenido y constante en ciencia y tecnología, sin tener en cuenta un presupuesto básico: que la generación de una capacidad de decisión propia, en este campo, *es el resultado de un proceso deliberado de interrelaciones* entre el vértice-gobierno, el vértice-infraestructura científico tecnológica y el vértice-estructura productiva. Este proceso se establece a través del flujo de demandas, que circulan en sentido vertical (interrelaciones recíprocas entre el vértice-gobierno y los vértices infraestructura científico-tecnológica y estructura productiva) y en sentido horizontal (interrelaciones recíprocas entre los vértices infraestructura científico-tecnológica y estructura productiva). La figura geométrica sería entonces la siguiente:



<sup>5</sup> Ver en este sentido, M. Halty Carrere, *Política y planificación Científica y Tecnológica*, Unidad de Desarrollo Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Unión Panamericana

<sup>6</sup> J. A. Schumpeter, *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, Madrid 1963, p. 181.



Las interrelaciones en sentido vertical merecen analizarse en la perspectiva de la acción gubernamental. Con respecto a la interrelación gobierno-infraestructura científico-tecnológica, conviene señalar que el vértice de la infraestructura depende vitalmente de la acción deliberada del gobierno, entendida en un sentido muy amplio, sobre todo en lo que se refiere a la asignación de recursos. Pero junto a este aspecto económico de la cuestión, el vértice-gobierno juega también el papel de centro impulsor de demandas hacia la infraestructura científico-tecnológica, demandas que, por otra parte, pueden ser incorporadas, transformadas o bien eliminadas en función de un acto que genera una contrademanda de reemplazo. En estos casos posibles entre otros, el vértice-infraestructura-científico-tecnológica satisface estas demandas y propone desarrollos originales. Un ejemplo notable de este proceso de interrelación, lo constituye el desarrollo de la bomba atómica, cuya idea original nace en la infraestructura y (capacidad creadora), y el gobierno asume la necesidad de traducirla en hecho eficiente, planteando una demanda explícita y asignando los recursos necesarios para lograr una respuesta (capacidad de realizar una acción deliberada por medio de decisiones políticas). La dificultad mayor reside en el modo como se concebirá la formulación de programas, una vez tomada la decisión política. No conviene olvidar que una correcta formulación de una política científico-tecnológica, existe que, en el proceso de generación de demandas en los órganos gubernamentales, se tengan en cuenta las opiniones de los sujetos que componen la infraestructura científico-tecnológica y aún que alguno de ellos tengan asignadas funciones de importancia en esos órganos de programación.

La interrelación gobierno-estructura productiva depende, fundamentalmente, de la capacidad de discernimiento de ambos vértices acerca del uso posible del conocimiento existente, para incorporarlo a nuevos sistemas de producción. Históricamente, la capacidad empresarial contribuyó a generar una infraestructura científico-tecnológica con el desarrollo, por ejemplo, de laboratorios de investigación adscritos a la estructura productiva. A través de este sector puede insertarse, y de hecho se inserta, la acción gubernamental, generando demandas y afectando recursos a ciertos sectores de la estructura productiva, seleccionados de acuerdo con diferentes criterios, entre los cuales los estratégicos son sumamente importantes. Conviene no confundir los niveles de análisis: es evidente que el vértice-gobierno se relaciona con el vértice-estructura productiva mediante una acción sobre la infraestructura científico-tecnológica, pero mientras en este caso el motivo de la demanda y de la asignación de recursos se relaciona *directamente* con la estructura productiva, en el caso de una interrelación directa con la infraestructura científico tecnológica puede producirse, junto a este primer aspecto, una relación *indirecta* por la vía, por ejemplo, de las interrelaciones de tipo horizontal que analizaremos a continuación.

Las interrelaciones de tipo horizontal son las más complejas de establecer, salvo en el caso ya señalado en el cual la infraestructura científico-tecnológica está adscrita a la estructura productiva, dependiendo directamente de las empresas. Cuando se trata de actividades diferenciadas, no sólo de acuerdo a su función sino también de acuerdo a su posición institucional (por ejemplo: una empresa que no realiza actividades de investigación frente a una institución consagrada exclusivamente a tareas científicas), uno de los métodos más adecuados para desbrozar el camino por donde circulen las demandas recíprocas, parece ser el de la movilidad ocupacional, o transferencia recíproca del personal humano de uno a otro vértice. Si se acepta la hipótesis de que los sujetos de ambos vértices cuentan con una capacidad creadora y una capacidad empresarial, las vías de comunicación estarán necesariamente abiertas, pero sí, en cambio se vislumbra—tal como ocurre en América Latina— que ambas cualidades son muchas veces inexistentes en los sujetos de uno y otro vértice, el peligro del encierro y del diálogo de sordos, entre empresarios y científicos, se presenta como un obstáculo muchas veces insuperable.

#### ***4. Relaciones con el entorno externo o extrarrelaciones***

Hasta el momento nos hemos ocupado de intrarrelaciones y de interrelaciones, pero convengamos que las sociedades no viven aisladas, que, desde el espacio que circunda nuestra imagen del triángulo, se establecen relaciones hacia el exterior y que, inclusive, esas relaciones pueden tener características diferentes según provengan de vértices desconectados o integrados en un sistema interno de relaciones.

En una sociedad donde funciona el triángulo de relaciones, las aperturas que se realicen hacia el exterior en materia de exportación de ciencia y de tecnología original o de adaptación de tecnología importada, producen beneficios reales ya sea a corto o a largo plazo. Las experiencias históricas demuestran que las sociedades que han logrado integrar el triángulo científico-tecnológico, disponen de una capacidad de creación y de respuesta frente a otros triángulos de relaciones externos a las mismas. Muy distinta es la situación cuando las extrarrelaciones tienen lugar entre vértices dispersos —no interrelacionados entre sí— y un triángulo científico-tecnológico plenamente interesado. Es éste uno de los problemas centrales que deben resolver las sociedades latinoamericanas, ya que en nuestro continente se han producido desarrollos parciales de los vértices de la base del triángulo, que manifiestan una tendencia, cada día más marcada, a vincularse, independientemente, con los triángulos de relaciones científico-tecnológicas de las sociedades altamente desarrolladas. La descripción de este hecho explicaría, en parte, un sinnúmero de problemas muchas veces presentados en forma aislada, pero que, sin lugar a dudas, están íntimamente vinculados. Baste con enunciar uno de los más importantes. En América Latina, el éxodo de talentos es la típica consecuencia de la falta de interrelaciones entre la infraestructura científico-tecnológica, la estructura productiva y el gobierno. Por esta razón, los científicos formados en nuestras sociedades, faltos de incentivos, se relacionan con una infraestructura científico-tecnológica del exterior. Al actuar así, el científico que emigra hacia los grandes centros de los países industriales, se integra en un triángulo de relaciones plenamente capacitado para satisfacer las demandas que plantea su tarea específica. Mientras en nuestras sociedades, el científico se encuentra desvinculado y aislado frente al gobierno y a la estructura productiva, en el nuevo lugar de trabajo, al cual lo conduce su exilio cultural, está automáticamente amparado por instituciones o centros de investigación que, a su vez, se encuentran insertos en el sistema de relaciones que hemos explicado.

#### ***5. Hacia el establecimiento de nuevos sistemas de relaciones científico-tecnológicas en América Latina***

Esta rápida descripción, de las características y de los diferentes tipos de relaciones que se establecen en el triángulo científico-tecnológico, nos permite reconocer un hecho y plantear una necesidad: que en América Latina no existe un sistema de relaciones como el que hemos diseñado, ni tampoco hay conciencia acerca de la necesidad impostergable de establecerlo.

Observamos, entonces, que la puesta en marcha del proceso que permitirá a nuestras naciones alcanzar una capacidad de decisión propia en el ámbito científico-tecnológico, plantea una doble exigencia: crear, por una parte, una conciencia global para que nuestras sociedades asuman este problema en sus dimensiones reales, y actuar eficazmente, por la otra, sobre aquellos sectores en los cuales se podrían mejorar los recursos escasos, en función del sistema de relaciones perseguido. Ambas exigencias están profundamente vinculadas.

En las naciones latinoamericanas no existen triángulos de relaciones en la sociedad global; aún los países más desarrollados de la región, no han logrado establecer un sistema global de relaciones entre gobierno, ciencia-tecnología y estructura productiva. Ante este hecho, la elección de caminos que rompan con el círculo vicioso de dependencia-falta de innovación-sentimiento de incapacidad, está determinada por la identificación de aquellos sectores en los que se podría implantar el triángulo de relaciones propuesto. La elección de una vía de acción que tenga en cuenta este presupuesto, nos indica que la estrategia adecuada es la de establecer sistemas de relaciones científico-tecnológicas en unidades limitadas, como instituciones particulares, o bien, conglomerados industriales públicos o privados, que puedan servir de modelos para implantar nuevos triángulos con dimensiones más amplias.

Tal como lo hemos indicado al analizar las relaciones entre el vértice-gobierno y el vértice-estructura productiva, corresponde al sector gubernamental formular una política tendiente a acoplar la



infraestructura científico-tecnológica al proceso de producción, ya sea creando los centros que así lo permitan o relacionando los centros ya existentes.

Teniendo en cuenta el carácter mixto de las economías latinoamericanas, en las cuales el sector público es parte importante de la estructura productiva, el vértice-gobierno tendría en sus manos un campo de experiencia sumamente interesante por la vía de la implantación de triángulos de relaciones científico-tecnológicas en alguno de los grandes conglomerados que componen el sector público, ya sea en los sectores de la infraestructura o bien en algunos sectores de la estructura productiva industrial.

Lo cierto es que muchos sectores estratégicos —siderurgia, petróleo, producción de energía— están total o parcialmente controlados por el Estado. Dentro de estos sectores se podrían implantar y diferenciar, desde el punto de vista funcional, los vértices de la estructura productiva y de la infraestructura científico-tecnológica, que, apoyados por la acción del vértice-gobierno, interrelacionarían sus respectivas demandas con el objeto de producir la innovación. El sector público de las naciones latinoamericanas contaría, en este sentido, con una posibilidad real de modernización. Ilustremos brevemente este punto de vista mediante un ejemplo concreto. Si seleccionamos, dentro del sector público, el del petróleo, comprobamos, en primer lugar, una serie de prerequisites económico-financieros: gran potencialidad económica de las empresas estatales; mercado fuertemente controlado por estas empresas en la mayoría de los países; relaciones directas con una industria básica como es la petroquímica e indirectas con el sector de la industria electromecánica-metalúrgica. La movilización de la infraestructura científico-tecnológica, con respecto a la industria del petróleo, está relacionada en primer término con sus aspectos tradicionales como la producción de gasolina, el mejoramiento de las tareas extractivas o de los aceites lubricantes. Pero las investigaciones no se agotan en estos campos, ya que también intervienen las que se realicen teniendo como horizonte el desarrollo de la industria petroquímica, o bien, aquellas que tengan por objeto lograr un acople eficiente de los insumos que provienen del sector electro-mecánico metalúrgico: bombas, barrenos, tubos, válvulas, instrumental.

¿Cómo se relacionaría la infraestructura científico-tecnológica con la estructura productiva del petróleo? Supongamos que un organismo de planificación, localizado en el vértice-gobierno, genera una demanda concreta, motivada por la situación en la balanza de pagos, que exige un aumento substancial en la producción de petróleos livianos. Supongamos, a su vez, que la traducción de esta demanda exigirá el desarrollo de nuevos métodos de explotación, potencialmente aptos para la producción de petróleos livianos, que no se podrían realizar con las tecnologías disponibles en ese momento. Si la demanda circula exclusivamente por el lado gobierno-estructura productiva, es factible que no se obtengan las respuestas previstas en el plan; pero si en cambio, la demanda se dirige también a la infraestructura científico-tecnológica, generando de este modo el diálogo con la estructura productiva, es factible que se abran distintas alternativas de respuesta, como pueden ser, entre otras, la adaptación de una tecnología similar, ya en funcionamiento en otras sociedades, o el desarrollo de una tecnología original. Así como representamos el proceso en sentido vertical, es decir, originado en el vértice-gobierno, podemos adoptar el camino inverso e imaginar que en algún sector de la infraestructura científico-tecnológica, surge la posibilidad de desarrollar un polímero con nuevas propiedades, como resultado de investigaciones básicas aparentemente poco vinculadas a la industria petroquímica. Sin triángulo de relaciones, es muy factible que esta demanda permanezca en estado latente, sin transformación industrial en el país de origen, o, quizá, con posibilidades de transformación en países con triángulos tecnológicos sólidamente implantados, en la medida en que ese sector de la infraestructura establezca con ellos relaciones externas. La gran oportunidad de que esta demanda latente se transforme en manifiesta, radica en las posibilidades que tenga este grupo de científicos de interrelacionarse con la estructura productiva, gracias a la acción del gobierno que establece canales de comunicación para que el nuevo conocimiento se incorpore al proceso productivo, generando la innovación.

Las dificultades que plantean estos ejemplos, no pueden resolverse con soluciones parciales, como la puesta en marcha de laboratorios de investigación adscritos a las empresas estatales. Aunque esta tarea es sumamente importante, la clave del éxito radicaría en la movilización de inteligencias en distintos sectores de la infraestructura científico-tecnológica, motivadas por los objetivos de una política tecnológica con respecto al petróleo. Se hace imprescindible, en consecuencia, movilizar a la universidad relacionándola con la estructura productiva y aprovechando al máximo las tradiciones ya existentes como pueden ser, por ejemplo, las carreras de ingenieros de petróleo. Movilizando inteligencias y voluntades, el triángulo sectorial actuaría como un polo de incorporación de investigadores que, en muchos sentidos, están alienados de nuestras realidades nacionales, otorgando un sentido social a la existencia del individuo y garantizando el desarrollo de su vocación. Valga este ejemplo como modelo, porque no cabe duda que esta estrategia es

plenamente aplicable a otros sectores públicos de la estructura productiva, como los de energía eléctrica, comunicaciones, transportes, etc.

A todas luces esta estrategia, para la implantación de triángulos científico-tecnológicos en el sector público, no es exclusiva y resulta insuficiente, si no va acompañada de un esfuerzo sostenido para implantar nuevos sistemas de relaciones en el sector privado.<sup>7</sup> Sin duda alguna, las reflexiones que nos ha sugerido el ejemplo anterior son plenamente aplicables a este sector y de hecho muchas experiencias en marcha pueden servir de núcleos iniciales para el desarrollo de triángulos científico-tecnológicos. Si tomamos el ejemplo del sector agrícola, un intento exitoso lo constituye el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Argentina (INTA) fundado en 1856, y que continúa sobre nuevas bases, las tareas de los laboratorios y plantas experimentales del Ministerio de Agricultura que datan de principios de siglo. El INTA ha sido creado y está directamente financiado por el vértice-gobierno por medio del presupuesto de la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. Como tal, esta institución corresponde a la infraestructura científico-tecnológica y su función específica es la de establecer relaciones horizontales con la estructura productiva del sector agropecuario, mediante la investigación pura y de aplicación general, la experimentación regional y la educación y la divulgación.

Ejemplos de experiencias en marcha, que intentan establecer triángulos científico-tecnológicos con la industria manufacturera del sector privado, son, entre otros, los que proporciona el Instituto de Pesquisas Tecnológicas de San Pablo, el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas y el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI) en Argentina. Estas instituciones tienen orígenes, estructuras y fuentes de financiación diferentes<sup>8</sup> pero están ligadas por un objetivo similar: el de establecer interrelaciones con el sector manufacturero. Con mayor o menor éxito estos centros de infraestructura científico-tecnológica han logrado establecer relaciones horizontales con la estructura productiva, aún que, en la actualidad, afrontan la etapa más difícil: la de incrementar a la vez su capacidad creadora y la fluidez de los vínculos con el sector manufacturero.

Como surge de lo dicho, la puesta en marcha de este proceso exige distinguir los diferentes ámbitos en los que se implantarán o fortalecerán los triángulos científico-tecnológicos. El punto de partida que hemos seleccionado, otorga prioridad al ámbito sectorial, entendido como el marco más eficaz y más realista para crear modelos que posteriormente puedan ser aplicados al ámbito nacional o al ámbito regional. Este sería uno de los caminos que pueden conducir al proceso de integración en América Latina, a través de sus diferentes expresiones<sup>9</sup>, a la etapa de las realizaciones efectivas. En el terreno de la ciencia y de la tecnología, la incomunicación en el ámbito regional no depende tanto de un no querer vincularse, como de la ausencia de triángulos sectoriales en los ámbitos nacionales, sin los cuales no es posible producir innovación ni, en consecuencia, mostrar una comunicación real de experiencias objetivas.

Hemos afirmado que la innovación es el producto de un sistema de relaciones entre gobierno, infraestructura científico-tecnológica y estructura productiva, cuando estos vértices están, respectivamente, calificados por la capacidad para realizar una acción deliberada en este terreno, por la capacidad creadora y por la capacidad empresarial. Romper con los obstáculos que impiden la expresión de estas capacidades, no es tarea de un día, porque ellos se encuentran en la raíz misma de nuestro sistema cultural; en los valores, actitudes y creencias que orientan el comportamiento de los sujetos hipotéticamente ubicados en cada uno de los vértices. Y, sin embargo, ello se hace imprescindible. Porque de nada vale organizar estructuras formales, si no se acompaña de un efectivo desarrollo orgánico de nuevos valores y actitudes capaces de

---

<sup>7</sup> Es, en este terreno tal como lo hemos apuntado donde la experiencia norteamericana ha sido más fecunda. Con anterioridad a la puesta en funcionamiento del triángulo a nivel de la sociedad global, se establecieron en los EE.UU. triángulos de relaciones con respecto al sector privado agrícola a través de la acción del gobierno que financió el sistema universitario —escuelas y facultades agrícolas— el que a su vez se relacionó con la estructura productiva agropecuaria obteniendo los resultados económicos por todos conocidos

<sup>8</sup> El 64% del presupuesto del Instituto de Pesquisas Tecnológicas de San Pablo proviene de fuentes oficiales y el 36% corresponde a aportes privados. En el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, el 76% de su presupuesto proviene de fondos semioficiales y el 24% de organismos particulares. El SATI constituye un servicio especializado del Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina. Ver, en este sentido, el informe preliminar de los *Institutos de investigación Tecnológica en la América Latina*, Unidad de Desarrollo Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Unión Panamericana, 1962 y A. Fontes y M. Halty Carrere, *Características de los Institutos Latinoamericanos de Investigación Tecnológica*, Departamento de Asuntos Científicos, Unión Panamericana, 1965.

<sup>9</sup> Nos referimos sobre todo al proceso de subregionalización actualmente en marcha: Cuenca del Plata. Mercado Común Centroamericano, Grupo Andino, etc.

poner en marcha los procesos y relaciones que hemos diseñado. Crear conciencia de ello es el objetivo fundamental que persigue este trabajo.



Los documentos que integran la Biblioteca PLACTED fueron reunidos por la [Cátedra Libre Ciencia, Política y Sociedad \(CPS\). Contribuciones a un Pensamiento Latinoamericano](#), que depende de la Universidad Nacional de La Plata. Algunos ya se encontraban disponibles en la web y otros fueron adquiridos y digitalizados especialmente para ser incluidos aquí.

Mediante esta iniciativa ofrecemos al público de forma abierta y gratuita obras representativas de autores/as del **Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología, Desarrollo y Dependencia (PLACTED)** con la intención de que sean utilizadas tanto en la investigación histórica, como en el análisis teórico-metodológico y en los debates sobre políticas científicas y tecnológicas. Creemos fundamental la recuperación no solo de la dimensión conceptual de estos/as autores/as, sino también su posicionamiento ético-político y su compromiso con proyectos que hicieran posible utilizar las capacidades CyT en la resolución de las necesidades y problemas de nuestros países.

**PLACTED** abarca la obra de autores/as que abordaron las relaciones entre ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia en América Latina entre las décadas de 1960 y 1980. La Biblioteca PLACTED por lo tanto busca particularmente poner a disposición la bibliografía de este período fundacional para los estudios sobre CyT en nuestra región, y también recoge la obra posterior de algunos de los exponentes más destacados del PLACTED, así como investigaciones contemporáneas sobre esta corriente de ideas, sobre alguno/a de sus integrantes o que utilizan explícitamente instrumentos analíticos elaborados por estos.

## Derechos y permisos

En la Cátedra CPS creemos fervientemente en la necesidad de liberar la comunicación científica de las barreras que se le han impuesto en las últimas décadas producto del avance de diferentes formas de privatización del conocimiento.

Frente a la imposibilidad de consultar personalmente a cada uno/a de los/as autores/as, sus herederos/as o los/as editores/as de las obras aquí compartidas, pero con el convencimiento de que esta iniciativa abierta y sin fines de lucro sería del agrado de los/as pensadores/as del PLACTED, ***requerimos hacer un uso justo y respetuoso de las obras, reconociendo y citando adecuadamente los textos cada vez que se utilicen, así como no realizar obras derivadas a partir de ellos y evitar su comercialización.***

A fin de ampliar su alcance y difusión, la Biblioteca PLACTED se suma en 2021 al repositorio ESOCITE, con quien compartimos el objetivo de "recopilar y garantizar el acceso abierto a la producción académica iberoamericana en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología".

Ante cualquier consulta en relación con los textos aportados, por favor contactar a la cátedra CPS por mail: [catedra.cienciaypolitica@presi.unlp.edu.ar](mailto:catedra.cienciaypolitica@presi.unlp.edu.ar)