

# **CICLO CIENCIA-PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON EL POTENCIAL CIENTÍFICO EN LATINOAMÉRICA**

**MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL PARA UN  
SISTEMA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS**

**Víctor Patricio Díaz Narváez  
Aracelis Calzadilla Núñez**

## **VÍCTOR PATRICIO DÍAZ NARVÁEZ**

DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (PH.D). PROFESOR DE DISEÑO  
EXPERIMENTAL. DEPARTAMENTO DE QUÍMICA, FACULTAD DE  
CIENCIAS. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS.  
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE LA SERENA. CHILE.  
(e-mail: [vpdiaz@entelchile.net](mailto:vpdiaz@entelchile.net))

## **ARACELIS CALZADILLA NÚÑEZ**

MÉDICO-CIRUJANO. CONSULTORIO DE TIERRAS BLANCAS. MÉDICO A  
CARGO DE LAS SALAS DE INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS  
(IRA), DEPARTAMENTO DE SALUD DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD  
DE COQUIMBO, CHILE.

## RESUMEN

El concepto de Potencial Científico incluye la investigación fundamental, la aplicada y el desarrollo. Sin embargo, no puede ser examinado sólo desde el ángulo de los indicadores cuantitativos, sino que es fundamental examinarlo también desde el punto de vista cualitativo. Uno de los factores más importantes que se debe analizar es la cadena ciencia - producción. En su análisis, se tratan temas como la interacción ciencia - técnica - producción y la influencia que la tecnología ejerce sobre las estructuras sociales, sobre su cultura y sus concepciones ideológicas. Sin embargo, se hace claridad sobre la no identidad del progreso tecnológico y el progreso social, siendo el primero una condición necesaria, pero no suficiente, para que haya progreso social. En su segunda parte, el artículo incluye una discusión acerca del potencial científico y el rendimiento de la ciencia, y finaliza con una serie de inquietudes sobre Latinoamérica y los conceptos estudiados.

**PALABRAS CLAVE:** Ciencia, técnica, tecnología, producción, Potencial Científico, Revolución Tecnológica

## ABSTRACT

*The concept of Scientific Potential includes the basic research, the applied research and the development. Nevertheless, it cannot be only examined from the point of view of quantitative indicators but also from the point of view of qualitative ones. One of the most important factors to be analyzed is the chain science - production. This analysis deals with topics such as the interaction science - technique - production and the influence technology has on social structures, their culture and ideological conceptions. However, it is made clear that technological progress is not identical to social progress. Being the former a necessary condition but not a sufficient one, for the latter occurs. In its second part, this article includes a discussion about the scientific potential and the science output, and it ends with a series of questions on Latin America and the studied concepts.*

**KEY WORDS:** Science, technique, technology, and production, Scientific Potential, Technological Revolution

## INTRODUCCIÓN

**E**n un trabajo anterior (Díaz, 2000) hemos planteado que el sistema de actividades que abarca el concepto de Potencial Científico incluye la investigación fundamental, así como la aplicada y el desarrollo. Este tipo de investigaciones constituye el núcleo de un sistema más amplio, caracterizado por la noción de Potencial Científico y Tecnológico (Mikulinskij & Kara-Murza, 1986; Vinokurov & Mitin, 1986; Díaz, 1996). La aceleración del progreso científico-técnico (PCT) provocada por la Revolución Científico-Técnica (RCT) se inicia con el despliegue de las ciencias fundamentales y se transforma posteriormente en la cadena ciencia-tecnología (Gatovsky, 1986; Dorfman 1987; Paton, 1988; Jiménez, 1988; Fourez, 1998); por tanto, referirse al potencial científico es hacerlo en función de toda la cadena antes planteada, de lo contrario, este concepto estaría empleándose, en el mejor de los casos, en forma incompleta.

Se conoce que la Investigación Científica en América Latina se encuentra muy rezagada. Los factores son muchos: énfasis en la investigación de carácter fundamental y está relegada casi exclusivamente a las universidades; el sector estatal invierte muy poco en ciencia y tecnología (menos de 10 dólares por habitante y menos del 1% del Producto Interno Bruto); sólo existen 90 ingenieros y científicos por cada 100.000 habitantes de la población económicamente activa; sólo el 10% de los dos tercios de las exportaciones mundiales con manufactura de alto contenido tecnológico son producidas por los países periféricos (incluyendo América Latina); el sector productivo aporta menos del 15% (como promedio) de los pocos fondos dedicados a ciencia y tecnología; falta de decisión política de los dirigentes de estos países y una inmensa deuda externa que contribuye a la restricción del financiamiento en el campo de la ciencia y tecnología (Ferrer, 1993; Clark, 1994; Guarga, 1999; Gudymas, 2000; Jorge, 2001; Secretaría General de la Comunidad Andina, 2001). Todos estos factores son de carácter cuantitativo y, como hemos mencionado en otros trabajos (Díaz, 2000; Díaz & Calzadilla, 2001), el Potencial Científico no puede ser examinado sólo desde el ángulo de los indicadores cuantitativos (sean éstos «positivos» o «negativos»), sino que es fundamental examinarlo también desde el punto de vista cualitativo. Los errores a los que conduce el análisis

puramente cuantitativo han sido descritos en un trabajo anterior (Díaz, 2000).

Sobre la base de lo planteado anteriormente, la cadena ciencia-producción es uno de los factores cuantitativos y cualitativos de mayor importancia y, por tanto, examinar dicha cadena desde un punto de vista teórico constituye una tarea esencial, debido a que con ello estaremos profundizando en uno de los rasgos más relevantes que caracterizan al concepto de potencial científico.

## CIENCIA, TÉCNICA, TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN

La sistemática conversión de los logros de las ciencias fundamentales en equipos técnicos y procesos tecnológicos implica un aceleramiento del desarrollo de la tecnología (Pshirkov, 1985; Vinokurov y Mitin, 1986), y se utiliza el concepto de «revolución tecnológica» (RT) para referirse al proceso en que se producen grandes cambios cualitativos y cuantitativos en la técnica y organización de la producción caracterizada por una gran velocidad. Sobre la base de la interacción de la ciencia y la tecnología (Monsieiev & Frolov, 1984) es necesario examinar las bases metodológicas de esta interacción. Una de éstas es el enfoque programático específico de la actividad científica, que permite, por una parte, descubrir regularidades esenciales del desarrollo de la propia ciencia y, por otra, hallar las vías de influencia de ésta en el desarrollo de la producción, así como los medios sociales y productivos, y las demandas que la sociedad hace a sí misma y cómo éstas influyen en su propio desarrollo (Clark & Piedra, 1992; Clark, 1994). Por tanto, visto desde una perspectiva aún más amplia, el estudio del carácter del desarrollo de la tecnología moderna, el conjunto de transformaciones tecnológicas que hoy tienen lugar, sus causas y posibles consecuencias (a corto y largo plazo), interacciones de la ciencia y la tecnología en la etapa actual, la acción recíproca de las estructuras tecnológicas y sociales constituye una tarea de gran envergadura que debe ser asumida por los científicos y por toda la sociedad.

Es posible definir la tecnología como la «*metodología de la producción moderna, la cual comprende un conjunto de reglas, hábitos y procesos de producción*» (Vinokurov & Mitin, 1986). Bajo este concepto se entiende, por una parte, el sistema de producción material,

métodos de obtención y procesamiento de distintos materiales y, por otra, se ha constituido como una disciplina científica que abarca la colección de conocimientos y reglas de construcción de los procesos tecnológicos (Dorfman, 1987). Por otra parte, el ciclo ciencia-técnica-producción puede ser definido, según García y Nodal (1986), como: *«El enfoque integral en la combinación de las investigaciones científicas, el desarrollo técnico, la elaboración de la documentación constructiva-tecnológica, la fabricación y pruebas de modelos experimentales, la organización y preparación de la producción y la primera partida de la producción, teniendo en cuenta la continuidad, simultaneidad e interacción de las etapas antes señaladas y la planificación de todos los recursos necesarios para ello».*

En la interacción ciencia-técnica-producción se pone de manifiesto la influencia que ejerce la tecnología sobre las estructuras sociales, sobre su cultura y concepciones ideológicas. Sin embargo, no se puede buscar una identidad entre progreso tecnológico y progreso social. El progreso tecnológico es sólo una condición necesaria, pero no suficiente, para que haya progreso social. El despliegue del progreso tecnológico, en términos de su repercusión social positiva, sólo es posible durante el proceso de desarrollo evolutivo ascendente de todos los aspectos de la sociedad. La ciencia, la tecnología y la estructura social forman un sistema complejo con numerosos enlaces recíprocos y con carácter indirecto de interacción. Por esta razón, se puede explicar que, en las actuales condiciones sociales de la humanidad, el desarrollo tecnológico por sí mismo no logra producir cambios cualitativos en la sociedad.

Con la Revolución Industrial se pudo percibir con mayor claridad la relación entre los factores tecnológicos y sociales del desarrollo. Es a partir de esta época en que el proceso de creación de nuevas tecnologías adquiere un carácter científico y se acelera el ritmo de desarrollo tecnológico. Se produce entonces la demanda dirigida a un fin de tecnologías nuevas. Este proceso conduce a la unión de la tecnología con las ciencias naturales, lo cual induce a elevar la actividad investigativa científica y, recíprocamente, el aumento del nivel tecnológico abrió nuevas posibilidades técnicas al experimento científico y, al mismo tiempo, planteó a los científicos problemas de un nivel cualitativamente nuevo.

La tecnología posee un rasgo interesante, el cual consiste en que se constituye en uno de los eslabones más inertes del sistema social; tal

rasgo se debe al carácter consecutivo de su desarrollo (Vinokurov & Mitin, 1986). Cada adelanto tecnológico es consecuencia de la existencia de un nivel tecnológico precedente. Esto se debe a que los saltos cualitativos sólo pueden ser generados desde el exterior al sistema en estudio. El carácter consecutivo del desarrollo tecnológico se expresa también mediante el principio: «la tecnología genera tecnología», en el sentido de que cada proceso tecnológico demanda un nuevo proceso tecnológico.

En un principio, el desarrollo tecnológico consistía en reproducir artificialmente los fenómenos naturales. Pero el actual desarrollo de esta esfera se caracteriza por el uso de materiales no existentes en la naturaleza. Este rasgo es propio de aquellas tecnologías que surgen sobre la base de hallazgos científicos, lo que implica la transformación consciente del descubrimiento de una ley natural en tecnología. Los aspectos antes señalados nos conducen a señalar que el paso de los conocimientos desde la ciencia a los tecnológicos se transforma en un factor esencial e indispensable del PCT y, simultáneamente, con la profundización cualitativa y cuantitativa de la investigación científica, la creación de un sistema científicamente organizado de traslado a la tecnología de los logros científicos se transforma en un factor objetivo y clave del desarrollo y el carácter de la dinámica del progreso económico-social (Gatovski, 1986; Dorfman, 1987; Zviegintsev, 1987; Paton, 1988).

La revolución tecnológica (RT) se caracteriza por varias direcciones en su desarrollo: a) utilización de materiales esencialmente nuevos; b) utilización de modernos procesos tecnológicos y técnicas no mecánicas (láser, plasma, etc.); c) el uso de las computadoras en la producción, servicios y administración que cambia el carácter del trabajo; d) la aparición de la biotecnología e ingeniería genética.

En estas direcciones se aprecia claramente la vinculación de la tecnología con las disciplinas científicas que las han originado. Sin embargo, lo anterior no significa que la concreción de conocimientos científicos en la producción sea un proceso aditivo, sino que el paso de la ciencia a la tecnología exige nociones y capacidades de proyección científicas complementarias que determinan que el propio proceso de creación de tecnologías sea considerado como una ciencia en sí misma (Dorfman, 1987).

Cuando es posible orientar las investigaciones científicas hacia la

creación de tecnologías, estamos en presencia de una de las manifestaciones más nítidas de conversión de la ciencia en fuerza productiva. Por esta razón existe la tendencia de que, en la cadena ciencia-técnica-tecnología-producción, el eslabón que está asumiendo un mayor peso específico es cada vez más la ciencia. En la actualidad, esta tendencia tiene sus causas en la RCT basada esencialmente en los descubrimientos de las ciencias fundamentales. Por tanto, los descubrimientos científicos de estas ciencias deben merecer gran atención, pues su demora en su introducción puede conducir a un atraso tecnológico irreparable en relación con lo que el nivel mundial exige.

La necesidad de permanecer alerta constantemente y, en el mejor de los casos, tener la capacidad de prever descubrimientos científicos o tendencias de su desarrollo positivo, nos lleva directamente al aumento de la importancia del peso específico de las investigaciones científicas y trabajos de diseño experimental en el costo de las nuevas tecnologías. De aquí que Vinokurov y Mitin (1986) han señalado el término de «producción con inversión por concepto de trabajo científico» en relación con las ramas más modernas de la industria. Ellos plantean que: *«En las ramas con elevado nivel de inversión por concepto de trabajo científico, la producción crece con alto ritmo y aumenta continuamente su peso específico en el volumen global de la producción industrial en aquellos países que son desarrollados»*. El alto ritmo de la producción y la rápida obsolescencia de los artículos conduce a que, a diferencia de las ramas tradicionales de la industria, en las ramas con elevado grado de inversión por concepto de trabajo científico desaparezca la diferencia entre el nivel de los trabajos de investigación científica y de diseño experimental, de una parte, y tecnología introducida de la otra; es decir, a que se introduzcan en un tiempo real prácticamente todos los resultados de los trabajos de los científicos y de diseño (Kutieinikov, 1984).

Un ejemplo de lo expresado antes es la computarización y el alto ritmo de la RCT, los cuales han situado en primer plano de hecho un nuevo principio, el cual consiste en que no es la automatización de la producción en sí misma, sino la automatización del proceso de transferencia del conocimiento científico a la producción y la automatización del propio proceso de obtención de los nuevos conocimientos (Pospelov, 1983; Zviegintsev, 1983; Zviegintsev, 1987; Vinokurov & Mitin, 1987; Dorfman, 1987).

La dialéctica, por tanto, del desarrollo de la RT se basa en los cambios en forma constante y operativa de la tecnología creada y no mantener el elevado nivel alcanzado por ella. Los cambios más sustanciales son en función de la transformación básica de la propia tecnología. La RT, como consecuencia, influye directamente en el papel del hombre en la producción. Un efecto inmediato es el cambio de dicho papel, lo cual tiene repercusiones sociales y requiere de una interpretación filosófica. Del mismo modo, el proceso de obtención y utilización actuales de los conocimientos obtenidos por la humanidad bajo estas condiciones requiere de interpretación metodológica del más alto nivel (Díaz & Calzadilla, 2001).

La RT y su proceso de producción (por vía de la automatización) constituye una nueva etapa de un proceso de carácter continuo del alejamiento del hombre del objeto de trabajo. El proceso actual humaniza (o debe humanizar) el trabajo de producción al trasladar el contenido principal de la actividad laboral a la esfera de las investigaciones científicas y trabajo de desarrollo, y disminuye la acción física directa sobre el objeto de trabajo. Al respecto han señalado Vinokurov y Mitin (1986): *«La presencia de sistemas, que convierten la información en trabajo productivo sin la participación directa del hombre, caracteriza la particularidad fundamental de la revolución tecnológica moderna»*.

Lo expresado no es simplemente un matiz más en este proceso, pues los especialistas en la esfera del comercio plantean que la tesis más importante es que el comercio de mercancías y patentes aisladas en la actualidad está a la zaga del comercio de las tecnologías, y este último se ha transformado en el sector más ventajoso del comercio exterior. Tal tesis depende de dos aspectos: a) el alto desarrollo de las investigaciones científicas fundamentales y aplicadas es condición de la capacidad competitiva de la producción realizada en un país dado, y b) los países que poseen ciencia desarrollada con acertada introducción de ésta a la producción llevan a cabo su financiamiento a cuenta del comprador. Este fenómeno se manifiesta en el hecho de que en el desarrollo de la propia ciencia se forma un mecanismo de «retroacoplamiento» (Vinokurov & Mitin, 1986). La aplicación consecuente a la economía de una nación del ciclo ciencia-producción estimula, a su vez, las inversiones en la propia ciencia, y ésta ejerce un aumento del ritmo de crecimiento de la producción industrial y la productividad del trabajo. Lo anterior ha



sido señalado desde hace tiempo por investigadores de Estados Unidos (Hollovan, 1973).

Consecuentemente con las ideas expresadas, se puede señalar que la tendencia general es la relación directa entre el crecimiento de la productividad del trabajo y el nivel de producción, por una parte, y, por otra, la magnitud del porcentaje del producto nacional invertido en la ciencia y el grado de introducción de los logros de la ciencia fundamental expresadas en tecnologías realizadas con éxito.

Por tanto, la base del PCT es el alto desarrollo de la ciencia y el aceleramiento de la introducción de sus logros en la esfera de la tecnología y en la producción. La interacción entre estos elementos constituye un elemento esencial en la conformación de cualquier estrategia responsable de un país. Pero, al mismo tiempo, la solución del problema del desarrollo científico-técnico y económico pasa también por el estudio y el análisis, desde el punto de vista filosófico, de las nociones de ciencia, tecnología, técnica y producción en su interacción y mutua influencia y de cómo éstos repercuten en la constitución y estructura social de los países. También es necesario examinar la correlación de las ciencias fundamentales, ciencias aplicadas e introducción de sus logros o combinación de distintas tecnologías y su carácter adecuado de acuerdo con los objetivos de la sociedad en cada etapa de su desarrollo. En esto consiste la optimización de la estrategia del desarrollo social. Un ejemplo es el papel de la biotecnología en el contexto del proceso evolutivo del hombre como ser social tomando a este proceso como un problema de tipo global (Frolov, 1981; Díaz, 2000).

La interacción de la ciencia y la producción a través de la tecnología desempeña un papel central para el desarrollo actual de la sociedad. Esto implica examinar las formas de organización de esta interacción. Lo principal es la reducción del eslabón de organización y transmisión temporal ciencia-producción (Vinokurov & Mitin, 1986). Una forma de alcanzar mayores éxitos en la creación de tecnologías de vanguardia podría ser estableciendo formas de organización complejas destinadas a la conformación del mecanismo transmisión ciencia-producción, lo cual abordaremos más adelante.

El examen del papel de las distintas formas de organización de la investigación científica en la dinámica del desarrollo económico y social y una más fina penetración en los mecanismos de conversión de éstos en

tecnología de la sociedad constituirá la base para la planificación compleja del PCT y, al mismo tiempo, dicho estudio permitirá extraer los indicadores más adecuados para una correcta evaluación de este progreso y que permitan realizar tal evaluación con elementos más precisos y más perspectivas que los indicadores cuantitativos actuales. El ciclo ciencia-producción es un factor importante que influye sobre la aceleración del PCT. Este progreso no es un fenómeno cuyuntural; es una ley del desarrollo mundial que es provocada por el desarrollo de la RCT (Gatovski, 1986). En tanto ley, como consecuencia, sólo existen dos alternativas muy claramente definidas para los países subdesarrollados: éstos definen su estrategia de desarrollo en función de esta ley, lo cual significa adoptar el único camino posible para lograr dicho desarrollo o será imposible para ellos salir de su condición de subdesarrollados. Desde luego, existen otros factores: los ideológicos, culturales, voluntad política, entre otros (Ferrer, 1993), que influyen, pero estos aspectos constituyen problemas que escapan a los objetivos de este trabajo.

El principio rector de la aceleración del PCT es el desarrollo prioritario de técnicas y tecnologías esencialmente novedosas que tenga como consecuencia un aumento notable de su peso específico en la masa general de lo nuevo producido en estas esferas.

El momento inicial de la aceleración del PCT está sustentado por el desarrollo intenso de las ciencias fundamentales. Los momentos posteriores de PTC, que involucran al resto de los elementos de la cadena ciencia-producción, se deben producir casi al unísono en términos temporales históricos.

Es importante señalar que la renovación técnica y tecnológica de la producción no es el resultado final del PCT, sino sólo el medio para obtener resultados positivos en forma sistemática y creciente de los logros socioeconómicos. Es decir, el resultado final del PCT sólo puede ser obtenido sobre la base de la innovación técnica y tecnológica, pero bajo la estricta condición de que ésta forme parte integral y sea utilizado con orientación del progreso social y económico y parta de las condiciones y necesidades económicas y sociales de una nación o de conglomerados de éstas.

Constituye un propósito natural que los países de nuestra región pretendan lograr erradicar sus problemas sociales y económicos sobre la base de la aceleración de su desarrollo económico y social. Ligado a lo expresado, tal desarrollo sólo es posible realizando profundos cambios en todos los aspectos de la vida de sus correspondientes sociedades (Rosenthal, 1993; Villegas & Cardoza, 1993; de Regil, 2001). Sin embargo, la esencia de esa aceleración no solamente consiste en elevar el ritmo de crecimiento económico, sino también en asegurar una calidad nueva de este crecimiento.

Los rasgos principales de las economías actuales no radican en su crecimiento extensivo exclusivamente, sino que es necesario también transitar por el crecimiento intensivo, es decir, por un nuevo tipo de actividad económica de carácter cualitativamente nuevo que se basa en la intensificación de las siguientes características: la producción, el progreso científico-técnico, la reorganización estructural de la economía, las formas más racionales de dirección de esta última, el empleo y la organización y estimulación del trabajo.

Este problema tiene varios componentes. En lo que a este trabajo atañe, son: el flujo redoblado de resultados científicos fundamentales aplicados a la producción y su realización urgente y eficaz en los distintos niveles de la estructura económica, el desarrollo acelerado y la amplia introducción de tecnologías muy modernas y nuevos tipos de técnicas. Lo anterior necesariamente nos conduce al perfeccionamiento de las formas de integración entre la ciencia y la producción, es decir, llevar a realización práctica y real la cadena ciencia-tecnología.

El PCT actúa como medio principal de realización de cualquier estrategia de desarrollo que se plantee seriamente un determinado país, de modo que se esperaría de los científicos, bajo esta condición, cada vez un mayor grado de soluciones de problemas que, siendo resultado de serias investigaciones y trabajos de desarrollo fundamentales, adquieren la forma de innovaciones científico-técnicas y sociales concretas y que son necesarias a la producción y a una mejor organización de la sociedad y que, al mismo tiempo, se transforman en factor esencial del desarrollo intensivo en todos los planos. Tal propósito implica necesariamente orientarse a la reestructuración del trabajo de las organizaciones

científicas o en instituciones donde se realiza esta actividad (institutos de investigación, universidades, centros tecnológicos, etc.), debido a que se conoce que en nuestra región (Latinoamérica) existe un énfasis exagerado e irracional en la investigación fundamental (Guarga, 1999).

Lo expresado anteriormente nos obliga a la revisión de las concepciones que determinan el carácter de la actividad creativa de la ciencia. Toda intensificación de la economía está relacionada con el desarrollo y empleo de nuevas fuentes de energía, tensiones y temperaturas superelevadas, agentes tóxicos y agresivos, enorme velocidad en los procesos tecnológicos, necesidad de estructuras y organizaciones sociales acordes con estos tipos de actividad, obligatoriedad de satisfacer las necesidades educacionales y de salud de la población, elevación radical del nivel de vida de la población, etc. Todo esto requiere de un enfoque auténticamente científico, cuidadoso y multilateralmente ponderado. La sociedad no tiene otro camino que el señalado para lograr con seguridad los resultados esperados y no realizar acciones cuyas consecuencias a largo plazo sean impredecibles y vagas. Un ejemplo es el impacto que tiene la actual economía de nuestra región sobre el medio ambiente (Gudymas, 2000; Arnold, 2000).

En las condiciones de la RCT se debe prestar especial atención a las consecuencias sociales y ecológicas del proceso de la técnica y la tecnología. Por tanto, para las nuevas tecnologías y modernos medios técnicos una exigencia excepcionalmente importante es el aseguramiento de la elevada compatibilidad y plena seguridad de su explotación.

Por otra parte, es claro que solamente desde el punto de vista de la continua acumulación de posibilidades y medios de renovación de la técnica y la tecnología es como debemos examinar hoy el progreso de la propia ciencia. El aumento del aporte de ésta a la solución de los actuales problemas de la economía, a la elevación de la eficiencia de la producción social, constituye el criterio principal del mérito que la ciencia puede tener. Solamente en este caso el potencial científico de la sociedad se convierte en un componente real de la riqueza nacional de un país (Díaz, 2000).

La creación técnica, la innovación, constituye el singular puente que puede unir la teoría científica con la producción. Los descubrimientos científicos, al materializarse en los nuevos medios técnicos y tecnologías, enriquecen el contenido de las fuerzas productivas, amplían las

posibilidades creativas de la sociedad, aseguran cambios radicales en el trabajo, constituyen la base para el posterior desarrollo del PCT; en otras palabras, la unión de la ciencia y la producción potencia la posibilidad para transformar un sistema económico en un sistema racionalmente auto coordinativo.

La intensificación de la producción presupone la renovación de ésta como fase del desarrollo. Los medios de producción deben tener un grado notorio de libertad respecto al proceso tecnológico realizado con su ayuda, permitir el paso rápido y sin obstáculos de una tecnología a otra. Las producciones automatizadas ágiles, capaces de recombinar sus elementos de trabajo dentro de amplios límites, satisfacen esta exigencia. La creación y el perfeccionamiento de semejantes sistemas constituyen una tarea esencial (Bradinov, 1986; Frolov, 1988).

Las nuevas tecnologías no sólo deben ser progresistas al momento de su aparición, sino que deben poseer también cierto recurso de perfeccionamiento y modernización en perspectiva. La dirección del proceso científico-técnico, por tanto, requiere de un enfoque diferenciado de las cuestiones de la creación y utilización práctica de la nueva técnica y tecnología. No es lo mismo la reducción de gastos en una o dos veces, y no sólo implicando a un factor sino a varios de ellos, que indicadores menores que los expresados. En el primer caso estamos en presencia de un viraje abrupto en la esfera de la intensificación.

La tecnología constituye la esfera de máximo contacto de la ciencia con la producción. Y si se trata de un viraje enérgico de la ciencia respecto de la producción y de ésta a la ciencia, justamente es en la creación y empleo de la más moderna tecnología que se puede apreciar la cooperación entre los científicos con los «prácticos». Esta cooperación es un factor de impacto radical para la aceleración del PCT. En este contexto, la creación de los científicos debe catalizarse por las exigencias reales de la práctica, y es ahí donde las investigaciones fundamentales se ligan coherentemente con los trabajos experimentales y de proyección técnica. Como resultado de esta interacción se debe esperar la creación de muchas tecnologías altamente eficaces de diferente móvil y propósito, modelos de equipos únicos, materiales de primera clase, etc.

Desafortunadamente (por decirlo de alguna manera), está muy enraizada la opinión de que la actividad relacionada con la creación e introducción de las más modernas tecnologías aparta a los científicos de

las investigaciones fundamentales y constituye una «carga» indeseable para el trabajo propiamente científico. Esta concepción explica, en parte significativa, la casi inexistencia de la cadena ciencia-tecnología en los sistemas que realizan investigación científica en nuestra región.

Los contactos permanentes de las instituciones científicas con la producción y la sociedad en general favorecen la formación en los científicos de ideas más precisas y claras respecto a los grandes problemas de la sociedad que requieren de la intervención de la ciencia, así como de aquellas tareas apremiantes y estratégicas de su propio desarrollo. El viraje real de la ciencia hacia las necesidades de la producción y solución de problemas sociales radica en profundizar y fortalecer estos contactos.

Bajo las condiciones de intensificación de la economía, la búsqueda científica sufre cambios sustanciales. Tiene lugar una fusión cada vez más claramente manifiesta de las tareas teóricas, experimentales y aplicadas, dentro del marco de un ciclo único de investigaciones, con planificación general, financiamiento y aseguramiento técnico-material y de científicos formados. Sintéticamente, se desarrollan activamente las investigaciones fundamentales dirigidas a lograr fines específicos como reacción natural de la ciencia ante la necesidad social de intensificar su orientación tecnológica. Sus méritos principales consisten en la clara orientación hacia la solución de los problemas de gran significación económica y social y la obtención de resultados finales, en forma de aplicaciones prácticas acabadas. El paso sin obstáculos a la interpretación tecnológica de los logros fundamentales y, luego, a los correspondientes trabajos de diseño y proyección, permitirá acelerar la asimilación de las innovaciones científico-técnicas en la industria, agricultura y en la sociedad en general (Los & Romashov, 1987).

La estructura tradicional de la investigación científica que hoy existe en las universidades y en los escasos institutos de investigación de los países latinoamericanos se ha formado bajo la influencia de los intereses de la llamada ciencia «pura». La actual economía exige evidentemente la necesidad de modernizar esta estructura y transformarla por otra que permita incorporar a la cadena ciencia-producción y reducir los plazos de conducción de los resultados de las investigaciones y trabajos de desarrollo hasta el nivel industrial, médico, sociológico, etc., lo cual elevaría su eficiencia y grado de terminación para su introducción en la sociedad.

Las reservas de la aceleración del PCT pueden realizarse más plenamente en las condiciones de unión de universidades e institutos de investigación con las correspondientes organizaciones complementarias, éstas, en términos de diseño tecnológico, producciones y fábricas experimentales, en forma de complejos científico-técnicos únicos.

Las tareas principales de los complejos son: realizar, dentro de un ciclo integral único, investigaciones fundamentales y aplicadas, así como de trabajo experimental; garantizar el aseguramiento de la producción de las elaboraciones, la conducción operativa y cualitativa de los resultados científicos hasta el acabado pleno para su utilización en la producción. La actividad de los complejos se debe organizar sobre la base de la planificación continua. El alto nivel científico y la significación práctica de los trabajos realizados por éstos se predetermina por la gran reserva de investigaciones y elaboraciones teóricas y aplicadas, por el considerable potencial de profesionales no solamente científicos sino también ingenieros-técnicos altamente calificados.

Estos complejos permitirán, con mayor grado que las estructuras tradicionales existentes, el carácter ubérrimo de las investigaciones fundamentales encaminadas a la consecución de fines específicos, su salida a los asuntos prácticos de gran envergadura. En los mismos se establecerán condiciones favorables para la intensificación de la creación científica, el brusco aumento del número de elaboraciones técnicas y útiles a cualquier economía nacional, la elevación de la calidad de las recomendaciones científicas y la reducción sustancial de los plazos de realización de las propuestas de innovación en la producción.

El proceso de formación de complejos en la esfera de la ciencia es tan legítimo como el surgimiento de los conglomerados de producción en la industria o los conglomerados de atención médica, a modo de ejemplo. Estos realizarán, en el mismo grado, profundas tendencias integrativas en la economía y crearán una sólida base para el posterior fortalecimiento de la unión de la ciencia, la técnica y la producción, y con esto se favorecería la aplicación de enfoques integrativos, tales como el sistémico, complejo y global, en términos prácticos y teóricos y la aparición de nuevos enfoques integrativos (Díaz & Calzadilla, 2001).

La realización de una estrategia de aceleración sobre la base de la utilización de los logros de la ciencia y la técnica por todos los medios posibles, presupone tomar en consideración de manera multilateral las

perspectivas del desarrollo social, la cuidadosa determinación de las direcciones científicas prioritarias, la movilización de las fuerzas y recursos para asegurar el crecimiento dinámico balanceado de una economía racional.

En las condiciones de intensificación acelerada, la actividad de pronóstico se convierte en función especial de la ciencia, y su significación es difícil de sobreestimar. Los pronósticos están llamados a brindar orientaciones precisas, tanto a los científicos como a los órganos de planificación, indicar con fundamento las mejores vías de solución de los problemas económicos, favorecer la utilización racional del potencial científico y productivo, ajustar la estrategia y la táctica hacia la búsqueda de trabajo de desarrollo creativo. Por eso, la obtención de pronósticos científicamente argumentados debe estar permanentemente en el campo visual de las organizaciones rectoras de un país. Estos favorecen la elaboración de los programas complejos del progreso científico-técnico, así como la oportuna concentración de los esfuerzos en las direcciones especialmente significativas y la especificación de la enumeración de las tareas prioritarias (Díaz, 1996).

Las tareas nombradas guardan relación con las direcciones claves del PCT que marcan las tendencias actuales: electrificación de la economía nacional, automatización compleja, energética tradicional y no tradicional, nuevos materiales y tecnologías de su producción y procesamiento, biotecnología, ingeniería genética y, en general, los adelantos tecnológicos necesarios para desarrollar y perfeccionar el funcionamiento de toda la sociedad y, con ello, generar también la posibilidad de estudiar a la propia sociedad donde se producen estos progresos y cómo éstos influyen sobre ella mediante enfoques sistémicos, complejos y globales y otros tipos de enfoques que la propia ciencia irá creando (Díaz & Calzadilla, 2001).

#### **LATINOAMÉRICA: CICLO CIENCIA-PRODUCCIÓN, RENDIMIENTO DE LA CIENCIA Y POTENCIAL CIENTÍFICO**

Sobre la base del conjunto de ideas expresadas surgen varias preguntas en relación con la actual situación de nuestra región en lo que se refiere a la Investigación Científica, considerando a ésta como un elemento de un todo sistémico:



- ¿Cuál es la situación de la aplicación de la cadena ciencia-producción?
- ¿Cómo se manifiesta la interacción natural que debe existir entre estos eslabones?
- ¿Cuál es la metodología que se emplea para analizar la interacción entre estos eslabones?
- ¿Cómo influye la actual situación para generar progreso social? ¿Se está humanizando el trabajo?
- ¿Cuáles son los factores externos que están influyendo sobre el desarrollo tecnológico?
- ¿Cuál es el carácter de la «vinculación» de las ciencias fundamentales con la tecnología?
- ¿Cómo se produce el fenómeno de conversión de la ciencia en fuerza productiva?
- ¿Cuál es el eslabón de mayor desarrollo en la cadena ciencia-producción en términos de real interacción entre éstos?
- ¿Se produce el fenómeno de retroacoplamiento?
- ¿Cuál es la estrategia actual de nuestros países respecto a la RT?
- ¿Cuáles son los indicadores utilizados? ¿Se mantiene la hiperbolicización de los cuantitativos en desmedro de los cualitativos?
- Las instituciones que realizan actividad científica tienen posibilidades reales de completar el ciclo ciencia-producción? Si la tienen, ¿están en capacidad conceptual de llevarla a cabo?
- Las investigaciones científicas actuales, en su conjunto, ¿están destinadas a satisfacer las amplias necesidades actuales y a

solucionar los inmensos problemas concretos que tienen nuestras sociedades?

- ¿Existe conciencia en estas instituciones sobre la necesidad de dedicar personal científico a estudiar formalmente los problemas filosóficos y metodológicos actuales que se generan con el desarrollo de la ciencia?
- ¿Están preparadas las actuales sociedades latinoamericanas para asumir el reto de introducir esta cadena como norma en su economía?

Las respuestas a estas preguntas escapan a los objetivos de este trabajo. No obstante, como hemos establecido, es posible señalar que el desarrollo de la ciencia y la técnica ejerce una gran influencia sobre la tecnología, pero también esta influencia se extiende a las relaciones sociales, lo cual determina, cada vez en mayor grado, el carácter de su dinámica. Si se observa y analiza el proceso histórico de la humanidad, se nota claramente que los descubrimientos científicos se constituyen sólo en premisas del PCT. El carácter, la profundidad de su impacto y el volumen de la utilización de los avances en este campo están directamente relacionados con las condiciones sociales concretas, con el sustrato, donde estos avances se realizan. Por tanto, existe una relación dialéctica entre la RCT y la conceptualización de progreso social. Es posible que esta relación nos ayude no sólo responder a las preguntas realizadas anteriormente, sino también a explicarlas.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los doctores José Pedro Donoso, de la Universidad de Sao Paulo (Brasil), Augusto de Venanzi, de la Universidad Central de Venezuela, y a la candidata a Doctor Elsi Jiménez, de la Universidad Simón Rodríguez de Venezuela, por sus opiniones sobre este trabajo.

#### REFERENCIAS

ARNOLD, M. (2000). Ambiente y Sociedad: déficit de la racionalidad ambiental.

- Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, 6 (1), 11-37.
- BRADINOV, B. (1986). Potencial de recursos de la ciencia. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC., 6 (148), 5-12.
- CLARCK, I. (1994). Ciencia, Tecnología y Desarrollo: Interrogantes y Alternativas para América Latina y el Caribe. «Seminario Científico». *Cátedra Latinoamericana*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- CLARK, I. & Piedra, D. (1992). *Papel de las tecnologías de avanzada en el desarrollo socioeconómico: otras tecnologías para otro desarrollo* (p. 29-37). Memorias Evento Internacional 30 Aniversario de la Academia de Ciencias de Cuba.
- GARCÍA, J. & NODAL, P. (1986). Algunas consideraciones acerca del ciclo ciencia-técnica-producción. *Problemas de Organización de las Ciencias*. ACC, 5 (147), 15-24.
- DE REGIL, A. (2001). Globalizar la riqueza: justicia social en la era de la globalización. Foro de Discusión. *Nexus* (revista electrónica).
- DÍAZ, V.P. (1996). *Marco Teórico-Conceptual para un Sistema de Investigaciones Científicas*. Santiago: Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias –INIA– (documento no publicado).
- DÍAZ, V.P. (2000). Marco Teórico-Conceptual para un Sistema de Investigaciones Científicas. II. El Concepto de Potencial Científico. *Revista universidades (UNAM-UDUAL)*. Año L, nueva época, 20, 43-51.
- DÍAZ, V.P. & CALZADILLA, A. (2001). Marco Teórico-Conceptual para un Sistema de Investigaciones Científicas. IV. Papel de las investigaciones interdisciplinarias en el desarrollo del conocimiento científico. *Revista Theoria*, Universidad del Bio-Bio, Chile (en proceso de publicación).
- DORFMAN, V.F. (1987). Sobre los fundamentos científicos del desarrollo de la tecnología. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC, 2 (156), 1-23.
- FERRER, A. (1993). Nuevos Paradigmas Tecnológicos y Desarrollo Sostenible. Perspectiva latinoamericana. *Comercio Exterior (México)* 43, 9-18.
- FOUREZ, G. (1998). *La construcción del conocimiento científico. Sociología y ética de la ciencia* (2ª ed.). Madrid: Narcea.
- FROLOV, I.T. (1981). El hombre y la humanidad en las condiciones de los problemas globales. *Voprosy Filosofii*, 9, 23-32.
- FROLOV, K.C. (1988). Se necesitan enfoques actuales. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC, 10 (176), 2-12.
- GATOVSKY, L. (1986). Problemas Económicos de la Aceleración del Progreso Científico-Técnico. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC, 1 (143), 1-14.
- GUARGA, R. (1999). La investigación científica en las universidades de América Latina. Características y Oportunidades. *Revista universidades (UNAM-UDUAL)*. Año L, nueva época, 18, 18-40.

- GUDYMAS, E. (2000). Globalización, Políticas Sociales y Medio Ambiente. Globalización. Revista electrónica, octubre.
- HOLLOMAN, J.H. (1973). Technology in the United States. The Options Before us in 'Technology'. A Reign of Benevolence and Destructions. Nueva York: U.S.S. Information Corporations.
- JIMÉNEZ, F. (1988). Acerca del papel de la planificación en el proceso de integración de la ciencia. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC, 2 (168), 3-33.
- JORGE, P. (2001). Consideraciones en torno al papel y las posibilidades de la colaboración científica como apoyo al desarrollo de una capacidad nacional en ciencias. ACC: *Anales*, 8, 1-7.
- KUTIEINIKOV, A.A. (1984). Competencia de los nuevos artículos en los mercados. EE.UU: economía, política, ideología. «Viestnik» AC. URSS, 8, 90-98.
- LOS, V.A. & ROMASHOV, V.A. (1987). Problemas Sociales y Metodológicos del Progreso Científico-Técnico. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC, 1 (155), 4-18.
- MIKULINSKIJ, S.R. & KARA-MURZA, S.G. (1986). El Potencial Científico: la esencia del concepto y el problema de su evaluación. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC, 7 (149), 2-13.
- MONSIEIEV, N.N. & FROLOV, I.T. (1984). Alto contacto. La sociedad, el hombre y la naturaleza en el siglo de la microelectrónica, informática y biotecnología. *Voprosy Filosofii*, 9, 24-41.
- PATON, B.E. (1988). El creciente rendimiento de la ciencia. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC, 5 (171), 15-34.
- POSPIELOV, G.S. (1983). Moderna tecnología de la Información. «Viestnik». AC URSS, 8, 25-39.
- PSHIRKOV, N.S. (1985). Elevación de la eficacia de la utilización de los resultados de las investigaciones científicas. *Problemas de la Organización de la Ciencia*. ACC, 11(141), 1-21.
- ROSENTHAL, G. (1993). Balance preliminar de la economía de América Latina y el Caribe. *Comercio Exterior* (México), 43, 3-28.
- SECRETARÍA GENERAL de la Comunidad Andina (2001). La Deuda externa de los países andinos. Reporte Económico. Documentos, Reporte N° 4.
- VILLEGAS, R. & CARDOZA, G. (1993). La Ciencia en América Latina: Presente y nuevos objetivos. *Science International*, 52-53, 28-32.
- VINOKUROV, V.A. & MITIN, B.S. (1986). Tecnología y Ciencia. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC 2 (144): 3-17.
- ZVIEGINTSEV, V.A. (1983). El intelecto artificial y la lingüística. *Voprosy Filosofii*, 11, 10-22.
- ZVIEGINTSEV, V.A. (1987). El problema de las relaciones existentes entre el hombre y la máquina en la revolución computacional. *Problemas de Organización de la Ciencia*. ACC, 6 (160), 3-29.