

Revista de la CEPAL

Secretario Ejecutivo
Gert Rosenthal

Secretario Ejecutivo Adjunto
Carlos Massad

Director de la Revista
Anibal Pinto

Secretario Técnico
Eugenio Lahera



NACIONES UNIDAS
COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE
SANTIAGO DE CHILE, DICIEMBRE DE 1991

Revista de la
CEPAL

Santiago de Chile

Diciembre de 1991

Número 45

SUMARIO

Imágenes sociales de la transformación tecnológica. <i>E. Faletto.</i>	7
Actitudes frente al cambio técnico. <i>C. Filgueira.</i>	17
Competitividad internacional y especialización. <i>O. Mandeng.</i>	25
Exportaciones de productos básicos y desarrollo latinoamericano. <i>J.M. Benavente.</i>	43
El papel del Estado en el avance tecnológico. <i>R. Mosquera.</i>	65
El que contamina, paga. <i>R. Valenzuela.</i>	77
Coordinación de políticas macroeconómicas e integración. <i>A. Schwidrowski.</i>	89
Compatibilidad entre la integración subregional y la hemisférica. <i>J.A. Fuentes.</i>	107
Mercado latinoamericano del trabajo en 1950-1990. <i>R. Infante y E. Klein.</i>	129
Significación económica de la droga. <i>J. Giusti.</i>	145
Ideología y desarrollo: Brasil, 1930-1964. <i>R. Bielschowsky.</i>	155
Orientaciones para los colaboradores de la <i>Revista de la CEPAL.</i>	179
Publicaciones de la CEPAL	180

El papel del Estado en el avance tecnológico

*Ricardo Mosquera Mesa**

El punto de partida de este artículo es la vinculación del conocimiento con la producción de bienes y servicios. Después de analizar las características y la dinámica de dicha vinculación, se examina el papel del Estado en el desarrollo de determinadas líneas de investigación tecnológica.

Se señala que para definir una estrategia de desarrollo que integre el factor tecnológico es preciso establecer políticas específicas eficaces respecto de la producción científica y tecnológica misma y en el plano político y estatal.

Se analiza en seguida el caso de Colombia, país en el que, según el autor, la ciencia y la tecnología no han recibido atención prioritaria —ni a nivel general ni en el sector industrial en particular—, y se pasa revista asimismo a diversas situaciones y problemas para los cuales la tecnología ofrece soluciones coherentes con el desarrollo nacional.

Frente a la alternativa de una adaptación pasiva a la división internacional del trabajo, se propone una posición selectiva de desarrollo y modernización de la base económica, y se sugiere reformular el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo.

* Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia.

Introducción

Después de cuatro décadas del diagnóstico formulado por la CEPAL sobre el desarrollo económico latinoamericano, algunos problemas estructurales de la región no sólo se mantienen sino que se han profundizado; además, han aparecido en escena otros factores que dificultan el despegue, y en el ámbito internacional han ocurrido nuevos alindamientos y han aparecido nuevos bloques económicos. ¿Qué papel puede desempeñar América Latina en este nuevo orden internacional? ¿Es verdad que “nos hemos quedado solos”, como sugieren algunos analistas? ¿Con quién, y con qué posibilidades, nos podemos alinear? ¿Cuáles son nuestras ventajas relativas hoy? ¿Cuáles nuestros mayores obstáculos? En esa perspectiva cabe preguntarse cuál es el nuevo modelo con el que países como Colombia enfrentan la apertura, y qué papel desempeñan en él la ciencia y la tecnología.

I Vinculación del conocimiento a la producción

Cada vez más en la elaboración de un producto, el valor agregado que se le incorpora tiene un componente más alto de trabajo complejo, debido al uso de tecnologías que exigen conocimiento más calificado.

Es ampliamente reconocido por expertos y dirigentes que no basta un aumento de la producción en términos absolutos para considerar ganada la batalla por el crecimiento sostenido de una economía. Lo esencial es elevar la productividad por la adecuada inserción de adelantos tecnológicos en el sector empresarial, pues de lo contrario los bajos niveles de competitividad debilitan cualquier política de desarrollo y hacen muy frágil un sistema económico.

Más allá de las fronteras ideológicas, es aleccionadora la experiencia de la *perestroika* adelantada en la URSS por Gorbachov, quien reconoció que muchos de los males que afectaban a la economía soviética tenían su origen en la lentitud con que se aplicaban procesos tecnológicos que sólo a largo plazo se integraban al aparato productivo. “Durante muchos años nuestra política ha sido construir más y más empresas. La cons-

trucción de talleres y edificios administrativos absorbió grandes sumas. Entre tanto las empresas permanecían al mismo nivel tecnológico" (Gorbachov, 1987). Es importante observar que aunque la Unión Soviética inventó la fundición continua del acero, el 80% de la producción de otros países se realizaba con este método mientras la URSS lo utilizaba en un porcentaje muchísimo menor. Situación que resume de manera concisa el dirigente soviético cuando dice: "en nuestro país el camino para que un descubrimiento científico se introduzca en la producción es demasiado largo" (Gorbachov, 1987, pp. 88-90). En fin, parece ser un principio inapelable que la correa de transmisión que comunica la investigación con la producción debe funcionar con suficiente agilidad en ambos sentidos, pues de lo contrario se anquilosa la economía y puede desvirtuarse también el proceso de búsqueda del conocimiento.

A diferencia de lo que sucede con la investigación realizada en gran parte de los países desarrollados, la que se relaciona directamente con sectores sociales y productivos, en nuestro medio existe una marcada separación —si no un abismo insalvable— entre la investigación y los sectores activos de la economía. En los países ricos, la distancia entre el laboratorio y la línea de producción es cada vez más corta; en nuestro país, en cambio, hay desconexión entre ambos, secuela de una condición de dependencia que aún no logramos superar a cabalidad. Independientemente de que la calidad de la investigación pueda ser tan buena como la que se produce a nivel internacional, la poca relación existente con los sectores que impulsan el desarrollo hace que en nuestro medio los resultados de la actividad científica sean aún precarios, y no falta quien crea en una definitiva incapacidad de nuestros investigadores para producir ciencia y tecnología.

Al hablar de la vinculación del conocimiento con la producción estamos reconociendo que la universidad no puede pensarse como una torre de marfil donde investigadores profesionales, que hablan lenguajes ininteligibles, sientan las bases para una cultura científica que el resto del país debe limitarse a consumir. La universidad debe estrechar sus lazos con la nación, con los dirigentes políticos y empresariales de quienes

tradicionalmente ha estado alejada, y contribuir a superar mutuos recelos que dificultan la puesta en marcha de proyectos y siembran un clima de desconfianza que entorpece la labor investigadora. No podemos seguir reproduciendo una universidad enclaustrada sólo en propósitos académicos, que desprecia tanto la política como la administración, y termina de contragolpe apabullada por ellas. La innovación tecnológica y el descubrimiento científico no pueden seguirse pensando fuera de los procesos de producción, siendo éstos —como en efecto lo son— campo propicio para la manifestación de su eficacia y fertilidad. Superando su perspectiva escolástica y su mal fundada arrogancia, debe la academia buscar puntos de articulación con la iniciativa privada y estatal, a nivel tanto nacional como regional.

Aunque por regla general los proyectos de investigación que se formulan en la universidad tienen entre sus objetivos la aplicación de resultados a la solución de algún problema nacional, dicho propósito, no obstante la voluntad de los investigadores, a menudo falla. Esto impide la integración del conocimiento al desarrollo del país, lo que también por cierto depende del mercado y de los empresarios, que aún desconfían del esfuerzo y del talento nacionales. Es frecuente el lamento genérico de que la causa de éste y otros fracasos es la "falta de recursos", con lo cual se invoca el paternalismo del Estado o de instituciones que acojan y den curso burocrático a las propuestas. Sin desconocer las notorias deficiencias en nuestro medio del apoyo oficial a la investigación, ni la necesidad de institucionalizar una adecuada infraestructura que permita el adelanto científico y tecnológico, creemos necesario un análisis más profundo del fenómeno, pues al apelar sin mirada crítica al paternalismo estatal, fácilmente podemos salir de una dependencia extranjera para caer en una dependencia burocrática. Es posible, por lo demás, que la convergencia entre el interés productivo y los investigadores nacionales no logre materializarse, si sigue prevaleciendo en unos y otros una mentalidad dependiente que obstaculiza oportunidades originales de síntesis entre la producción y el conocimiento.

II

El papel del Estado

En lo que toca a las actividades de investigación y desarrollo, el Estado debe asumir un papel protagonista en el impulso a determinadas líneas de investigación y tecnología. Esto supone también un cambio de perspectiva entre los investigadores, con miras a desempeñar un papel más activo en la búsqueda de mecanismos para concretar sus proyectos. De hecho, en una primera fase, y con el fin de establecer "condiciones generales para el desarrollo de la investigación", se hace necesaria una activa intervención estatal, particularmente cuando se trata de tecnologías avanzadas que hacen uso intensivo del conocimiento científico y de su aplicación práctica.

Como lo subraya un informe acerca de la evolución reciente de tecnologías de avanzada como la informática, la biotecnología y la bioingeniería, es destacado el papel que le ha cabido al sector público en alguna etapa de su desarrollo. "Este papel del sector gubernamental se debe a diversas razones, entre las que cabe citar las siguientes: a) las tecnologías avanzadas son en general el resultado de largos procesos de investigación y desarrollo que muchas veces requieren de financiamientos importantes, que sólo el gobierno puede aportar, ya sea porque su volumen es muy grande o porque la incertidumbre y el riesgo asociado a estas inversiones lo son; b) a algunas de estas tecnologías se les atribuye importancia en la seguridad nacional, por lo cual el gobierno se reserva ciertas atribuciones para controlar su desarrollo y eventual difusión; c) el rol del gobierno suele justificarse también porque a estas nuevas tecnologías se les atribuye un potencial importante como catalizadores del crecimiento de determinados sectores económicos, por lo que pueden tener un papel estratégico en las políticas de desarrollo económico" (BID, 1988, p. 212).

La necesidad de establecer una base científica y tecnológica supone la cooperación extranjera. Esto exige abrir el país a las diversas modalidades de inversión, pero utilizando las tecnologías a plena conciencia, erradicando la actitud facilista de dependencia y formando investigadores que sean, sin rubor, empresarios de la ciencia y no

nuevos asalariados. Entendemos la universidad como generadora de conocimiento y mediadora privilegiada entre el saber y los grupos de innovadores que buscan ampliar las fronteras de la producción. Por eso no pueden limitarse los académicos a sugerir, desde una perspectiva abstracta, procesos de aumento de la productividad, desconociendo particularidades regionales y culturales, y aspectos políticos y administrativos fundamentales para llevar adelante los propósitos de cambio. Debe hacerse un gran esfuerzo por salvar la distancia entre los que investigan y los posibles beneficiarios, entendiendo que la investigación no puede responder a procesos unilaterales. Se necesita un medio adecuado, una cultura académica que genere un entorno propicio al desarrollo de procesos de investigación, lo cual supone una inversión muy intensa en recursos humanos. Decía el Presidente de Venezuela en reciente reunión de la CEPAL: "La educación se nos revela aquí como la gran línea estratégica sobre la que nos corresponde actuar, porque es la puerta que nos abre el camino hacia la investigación, la ciencia y la tecnología" (Pérez, 1990, p. 13).

La universidad debe formar investigadores integrales que no teman abordar los aspectos gerenciales de la producción. Es decir, auténticos cuadros científicos y técnicos comprometidos con su nación, con su pueblo y con los cambios de fondo que deben operarse en la estructura socioeconómica de nuestros países. Estos profesionales actuarán como vehículos de la democratización del conocimiento, como intermediarios entre el desarrollo tecnológico y quienes están vinculados de manera directa a la producción de riqueza. Urge promover la cooperación universidad-empresa, estableciendo puentes que generen incubadoras de empresas y parques tecnológicos, y creando un banco de proyectos que despliegue actividad promocional y de relaciones externas en busca de fuentes de financiamiento y mecanismos de ejecución. Para ello es preciso identificar en uno y otro sector posibilidades de entronque para facilitar la selección, asimilación y adaptación de conocimientos científicos y uni-

versales que contribuyan a sentar las bases de procesos creativos propios. Este programa sólo puede adelantarse si se conoce profundamente la realidad del país, y si se elabora una prospectiva

científica y tecnológica que asegure el camino al desarrollo y permita tomar en el presente las decisiones políticas y administrativas necesarias.

III

Fases del desarrollo científico y tecnológico

Para pasar de la propuesta general de promover un desarrollo apoyado por la ciencia y la tecnología, a la etapa de implementación de ese desarrollo, es necesario efectuar un diagnóstico colectivo y pasar revista a procesos y realizaciones, a fin de determinar con precisión los cambios que se deben impulsar tanto en el plano interno como en el plano político y estatal. Aunque hay consenso en considerar que urge contar con un proyecto científico y tecnológico para Colombia, por ejemplo, y no dudamos en asignar a la universidad y demás centros de investigación un papel clave en la formulación de ese proyecto, las dificultades aparecen en el momento de definir los diversos pasos que es preciso dar: es entonces cuando se impone no caer en utopías ni en declaraciones generales, sino establecer políticas y formular planes que conquisten la confianza de los diferentes estamentos de la nación.

Antes de examinar la necesidad de replantear nuestro propio modelo de desarrollo, es preciso bosquejar, dentro de un nuevo contexto político, lo que ha sucedido en los últimos decenios en los países desarrollados. En ellos la ciencia y la tecnología se han incorporado a la industria y a las formas de vida urbana en un proceso en el que cabe distinguir tres fases:

i) En la primera fase, desde el fin de la segunda guerra mundial (1945) hasta 1960, la política científica y tecnológica estuvo dominada por consideraciones de la llamada seguridad nacional y de poder militar. El prestigio estaba relacionado con la investigación de las ciencias físicas, físico-nucleares y del espacio. En ese período —y más precisamente a mediados de los años cincuenta— J.O. Bernal (1955) acuñó el término “revolución científico-técnica”. Diez años después, el concepto

inició una amplia difusión al publicarse “La civilización en la encrucijada”, de Richta Radovan, en checo y eslavo, y posteriormente, del mismo autor, “La revolución científico-técnica y las alternativas de la revolución contemporánea”, obra en que se sintetizan los aspectos científicos, técnicos, de desarrollo económico, laborales, artísticos, educativos, de sistemas de dirección y organización, ecológicos y sociales (Corona Triviño, 1989).

ii) La segunda fase, de 1960 a 1973, fue la época de la carrera espacial, del fin de la descolonización de Asia y Africa (movimientos de liberación nacional) y de la emergencia de Japón como potencia económica. Había una actitud optimista y esperanzada con respecto a la ciencia y la tecnología, a las que se asignaba un peso específico en el crecimiento económico. La revolución científico-técnica abarcó un conjunto de principios: el de automatización, que se refiere a la cibernética y conduce a centros de control manejados por computador; el de quimización, según el cual la propia materia es transformada de manera continua por sus propias leyes; el de aprovechamiento de los procesos biotecnológicos, que envuelve la utilización de microorganismos para la transformación de la materia, y el del uso de fuentes renovables de energía y de energía nuclear y solar para satisfacer las nuevas necesidades energéticas. Los cambios indicados se sustentan en una transformación cualitativa en la cual la ciencia precede a la técnica y ésta a la producción. La ciencia, por lo tanto, se convierte en un requisito previo del avance técnico y productivo, es decir, en un componente de las fuerzas productivas de la sociedad.

iii) El inicio de la tercera fase podría fijarse en el decenio de 1970, teniendo como trasfondo los eventos de mayo de 1968 en Francia, la revolución cultural china, el fin de la guerra de Vietnam, la consolidación de la Organización de los Países Productores de Petróleo (OPEP), la consolidación del Japón como potencia industrial y el receso económico de los países de occidente. Desde comienzos de los años setenta se hizo evidente el agotamiento del modelo de desarrollo capitalista, tanto en los países desarrollados como en los subdesarrollados. El Estado providente (o de bienestar) entró en crisis, y con él su eje keynesiano-fordista. El golpe de gracia lo dio la crisis del petróleo de mediados de los años setenta, propiciada por la presión de la OPEP para lograr incrementos en el precio del petróleo (situación que sugirió la necesidad de un replanteamiento de fondo).

Veamos ahora cuál fue el proceso que dio origen a esta última fase, y cómo se logra la articulación con un nuevo paradigma, en el cual la ciencia y la tecnología han de ser protagonistas principales.

El intervencionismo del Estado, surgido como respuesta a la crisis de los años treinta, fundamentó su quehacer en las políticas monetaria y fiscal que enarboló J.M. Keynes como elementos fundamentales para sobreponerse a la crisis. De allí, y en virtud del principio de demanda efectiva, emanó el criterio según el cual el Estado debía desempeñarse como un agente económico activo cuya función, entre otras, era ayudar a mantener niveles de ingreso tales que, a través de la demanda, indujeran índices de crecimiento sostenidos en el proceso económico.

Para aplicar este criterio entraron en escena instituciones y políticas económicas que tenían por objeto proteger o elevar los salarios (seguridad social, salarios mínimos, etc.). Esta fue la respuesta en el ámbito macroeconómico.

En el ámbito empresarial, fue el taylorismo-fordismo el que articuló las relaciones de producción con los elementos macroeconómicos. Se dio forma así a un engranaje regulador que en función de la división internacional del trabajo —y más adelante con el *New Deal*—, constituyó un todo.

Este esquema, que en América Latina —

quizás con mayor fuerza en Colombia— dio origen al modelo de sustitución de importaciones, cumplió sus objetivos durante un tiempo, y luego comenzó paulatinamente a tornarse en un obstáculo para la formación del elemento motor del sistema, es decir, el capital.

Las causas por las cuales el esquema descrito dejó de ser orgánicamente funcional fueron varias. La división internacional del trabajo que emergió de la segunda guerra mundial había experimentado cambios importantes. Los países en desarrollo dejaron de ser exclusivamente exportadores de materias primas, y pasaron a exportar también manufacturas con algún grado de incorporación de tecnología. A esto se agregó el surgimiento de economías altamente tecnificadas y muy competitivas, como la del Japón y, en menor grado, de otros países del sudeste asiático.

La crisis de hegemonía económica de los Estados Unidos, particularmente en la producción de alta tecnología, en la generación de empleo y en la inversión productiva, contribuyó asimismo al desgaste gradual del esquema imperante y a la conformación de megabloques de poder: Estados Unidos y Canadá; Japón y los “tigres de Asia”; el Mercado Común Europeo con Alemania unificada y la posible cooptación de la URSS.

Por otro lado las nuevas tecnologías —biotecnología, microelectrónica, agrónica, etc.—, fueron también factores de resquebrajamiento, en particular del fordismo, al cual se le achacaron “porosidades” y “rigideces” que entraban en el proceso de acumulación.

El nuevo modelo apunta a recuperar el ritmo de acumulación del capital y a fortalecer la relación capital/trabajo, en un ambiente en que el proceso de innovación tecnológica es cada vez más rápido, genera nuevos procesos y productos y exige una mayor flexibilidad en la línea de producción. En este marco, la innovación tecnológica desempeña un papel importante: en ella se apoya la competitividad.

A mediados de los años setenta comenzaron a funcionar las primeras incubadoras de empresas con base tecnológica y los programas de calidad total, y se generalizaron dentro de las grandes empresas los procesos de investigación y desarrollo tecnológicos, financiados en gran medida, según A. Eischner, con alzas de precios que

Cuadro 1
EVOLUCION SOCIOECONOMICA

	Sociedad de primera ola o preindustrial	Sociedad de segunda ola o industrializada	Sociedad de tercera ola o informatizada
Recurso clave	La tierra	La maquinaria	El conocimiento
Economía dominante	Agrícola	Industrial	De servicios
Grupos sociales	Campesinos/ terratenientes	Obreros/ empresarios	Consumidores/ tecnócratas
Tecnologías dominantes	Agrícola	Energía y procesos	Informática, telemática, robótica, biotecnología, nuevos materiales
Lapso en la historia	Del s. xxx a.C. al s. XVIII d.C.	Del s. XVIII d.C. a 1950	A partir de 1950
Desarrollo económico	Lineal moderado	Exponencial y conflictivo	Asintótico equilibrado

Fuente: Daniel Bell y Alvin Toffler.

fueron posibles gracias a la posición oligopólica de esas megaempresas.

La generación de grandes economías de escala se apoyó en la globalización de la economía, la cual, apalancada por una nueva división del trabajo, buscó aplicar el modelo a escala mundial.

El uso sistemático de la ciencia en la búsqueda del bienestar de la sociedad se inició en los años cincuenta, cuando surgieron —como se mencionó al describir la primera fase— elementos de competencia internacional (carrera espacial, informática). En el sentido de lo que la historia de los anales llama la duración de los tiempos, au-

tores como Daniel Bell y Alvin Toffler sintetizaron la evolución socioeconómica en la forma que recoge el cuadro 1.

Si bien al inicio de los años setenta la crisis económica generó cierto desencanto con respecto a la ciencia y la tecnología, esto cambió en los años ochenta, cuando los países que habían hecho grandes inversiones en investigación y desarrollo tecnológicos obtuvieron resultados excelentes que se tradujeron en crecimiento económico alto y sostenido, avances tecnológicos líderes, ampliación notoria de su participación en el comercio internacional e incrementos del valor agregado a sus productos.

IV

La situación en Colombia

Colombia no ha brindado atención prioritaria a la ciencia y la tecnología. Así se desprende de las conclusiones de una Misión de Ciencia y Tecnología que analizó el tema.¹ El gasto en ciencia y tecnología como proporción del gasto total del

gobierno central fue de 1.29% en 1980 y de 1.37% en 1988, y como porcentaje del producto interno bruto pasó en el mismo período de 0.16% a 0.19%. Las cifras son sensiblemente inferiores a las de otros países de América Latina, como Brasil, México, Chile o Argentina, que las duplican o triplican.

El panorama es aún más desalentador si se

¹ Véase FONADE/DNIP/MEN/Universidad Autónoma de Colombia, 1990.

observa el desenvolvimiento del sector industrial. El modelo adoptado, que se basó en la sustitución de importaciones, condujo a desarrollar la industrialización, pero reforzando la estructura agroexportadora y el proteccionismo. Esto permitió el surgimiento de una industria caracterizada por un alto grado de fragmentación productiva y un elevado margen de capacidad ociosa (FONADE/DNP/MEN/Universidad Autónoma de Colombia, 1990, p. 32).

Por su parte, la producción industrial registra altos índices de concentración. Estos responden a características estructurales vinculadas a un mercado interno reducido, y a políticas de inversión que han orientado los excedentes hacia el ciclo de acumulación financiera. Así, aunque los sectores industriales concentrados presenten muy buenos índices de comportamiento económico, esas políticas obstaculizan en el largo plazo el desarrollo industrial. De allí que las empresas oligopólicas hayan destinado utilidades y endeudamiento a comprar empresas ya existentes más que a ampliar su capacidad productiva.

En el período 1979-1986, la producción bruta fue creciente en términos reales, con recesión en 1973-1975 y en 1980-1983. El valor agregado y el consumo interno tuvieron similar comportamiento. La remuneración al trabajo creció sostenidamente entre 1974 y 1983, pero a partir de este último año lo hizo a ritmo más lento, y se acompañó de una disminución del empleo y del número de establecimientos. Aunque algunas partes de América Latina cuentan con una base industrial consolidada que las coloca en mejor situación que países de África y amplias zonas de Asia (en 1988 las exportaciones de manufacturas fueron más de un tercio de las exportaciones totales en América Latina, y en Brasil y México llegaron respectivamente al 51.7% y al 43.2%), en países como Colombia la cifra apenas alcanzó al 16.1%. Esto prueba su gran dependencia de los productos básicos (CEPAL, 1991).

En términos generales, la estructura industrial por sectores no se ha modificado sustancialmente. En 1986 la composición de la producción fue la siguiente: 44.2% de bienes de consumo no durables, 43.3% de bienes intermedios y tan sólo 12.6% de bienes metalmecánicos, dentro de los cuales el rubro maquinaria y equipos participó con un 4.7%.

Al examinar la vinculación con la tecnología

a través de: i) la importación de bienes de capital, ii) la compra de tecnologías patentadas y iii) las tecnologías puestas en funcionamiento por diferentes empresas, se observa una notable baja en la participación del sector industrial en las importaciones de bienes de capital, desde un máximo de 50% a comienzos de los años ochenta a 40% en 1984.

La participación de la industria manufacturera en el total de los pagos por servicios técnicos bajó del 30% a comienzos del decenio de 1980 a sólo 8% en 1988. Los sectores con mayor presencia en estos pagos fueron la fabricación de papel y productos de papel, imprenta y editoriales, con cerca del 35% de los pagos de la industria entre 1976 y 1988. La fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo, del carbón, caucho y plásticos, ocupó el segundo lugar. Estos dos grupos representaron un poco más del 10% de los pagos totales realizados durante el período.

Los pagos por concepto de regalías, en los cuales la industria tuvo una importante participación, disminuyeron sensiblemente en el decenio de 1980. Los dos sectores que más contribuyeron a los pagos por este concepto fueron la fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipos, con cerca del 30% de los pagos totales, y la fabricación de sustancias químicas, con cerca del 40%.

La disminución de los pagos por regalías y servicios técnicos puede ser indicio de que la industria utiliza poco estas modalidades como forma de incorporación de innovaciones tecnológicas, o de que en virtud de las restricciones existentes se recurre a otras formas de realizar dichos pagos. Para analizar el impacto de las regalías sobre el sector industrial es útil observar su participación en el valor agregado: de representar el 1% en 1970, bajó al 0.30% en 1986, lo que guarda relación con la caída de los pagos y confirma el escaso dinamismo de la incorporación de tecnología.

En su análisis, la Misión de Ciencia y Tecnología señala que "La participación de los intereses, por el contrario, es cada vez más importante, de manera que en 1986 pesa más del doble de lo que pesaba en 1970. Parece que gran parte del excedente generado por el sector, se ha dirigido a pagos financieros más que a gastos en

modernización tecnológica" (FONADE/DNP/MEN/ Universidad Nacional de Colombia, 1990).

El comportamiento de la formación de capital reafirma el lento incremento del acervo de capital de la economía. Según dicha Misión, si "se parte del supuesto de considerar que existe una alta correlación entre inversión y cambio técnico, puede decirse que, por lo menos durante la última década, la introducción de nuevas tecnologías por esta vía ha sido reducida. Esta situación es especialmente crítica en el caso del sector agrícola" (*Ibid.*).

Si se examinan en el caso colombiano las características que corresponden a la tercera fase, cabe decir que en el sector industrial ha cambiado mucho la calificación del personal, y que se observa una mayor vinculación de profesionales y técnicos, así como una más y mejor especialización de funciones. Estos cambios son más evidentes en las áreas de la química; en la ingeniería química, eléctrica, industrial, mecánica, metalúrgica, electrónica e informática, y en la administración de empresas.

Lo anterior es un elemento básico en el proceso de innovación tecnológica industrial, el que a su vez es esencial para la reestructuración del sector, y alma y nervio de la apertura económica que se ha puesto en marcha en Colombia desde los inicios del actual gobierno.

En lo que respecta al sector agropecuario, el modelo tradicional de economía dual se ha transformado con el fortalecimiento de los predios medianos que se orientan hacia la agricultura moderna. No obstante, el aumento de la producción agrícola se ha dado más por expansión de superficie que por el incremento de los rendimientos. Esto último se ha debido al mayor uso de semillas mejoradas y maquinaria, acompañado de fuertes inversiones en riego y adecuación de tierras (básicamente en los cultivos comerciales, como oleaginosas, cereales y azúcar).

En el panorama agropecuario colombiano hay dos elementos críticos: el uso de la tierra y la conservación de los suelos. Según un estudio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1987), sólo el 4.6% de la tierra se dedica a la agricultura. El 51.5% son bosques y el 35.1% se ocupa en los pastos, que delatan un mal manejo del recurso suelo. A esto debe agregarse la preocupante deforestación que sufre el país, inferior solamente a la de Brasil e Indonesia.

Elevar la producción agrícola pasa no solo por el fortalecimiento de la estructura científico-tecnológica actual, sino por la eliminación de las barreras existentes, entre ellas la imposibilidad de acceder a tierras de buena calidad y bien ubicadas, la carencia de obras de infraestructura (distritos de riego) y los precios oligopólicos de los insumos agroquímicos. El desarrollo tecnológico y la investigación en el sector han estado marcados por la difusión y los procedimientos de la estrategia internacional conocida como la "revolución verde".

En lo que toca a las tecnologías de avanzada, los adelantos en la biotecnología molecular y el cultivo de tejidos ofrecen oportunidades, aunque a la vez plantean algunos problemas importantes que conciernen más y más a los líderes de la investigación agrícola de los países del tercer mundo. Algunas de las aplicaciones de la ingeniería genética, de especial significación para países cuya agricultura está en vías de desarrollo, incluyen el mejoramiento de la tolerancia a la sequía, la fijación del nitrógeno, el mejoramiento de la eficiencia de la fotosíntesis y el uso de anticuerpos monoclonales para la identificación de virus y el ordenamiento de materiales. La aplicación del cultivo de tejidos incluye la limpieza de enfermedades en los tejidos, la multiplicación rápida y el almacenamiento *in vitro* de material clonal, el aumento de diversidades genéticas a través de la variación somacional, y el uso de otro cultivo para acelerar el proceso de mejoramiento genético, especialmente en regiones climáticas que permiten el crecimiento de una sola generación por año (Nickel, 1989).

Los altos costos y el grado de privatización de este tipo de investigaciones crean temores de que los países en desarrollo queden rezagados tras los países capitalistas y las empresas transnacionales, y de que finalmente tengan que comprar la tecnología. Este temor va acompañado de decisiones recientes, como la de permitir que se patenten materiales de ingeniería genética. Únicamente los grandes sistemas de investigación agrícola que puedan destinar ingentes recursos a este campo podrían tener éxito, y aún así hay una diversidad de peligros (CET, 1988).

Las grandes compañías comerciales podrían interesarse únicamente en las cosechas y productos animales que tienen un gran mercado, con

lo cual los productos dirigidos a resolver los problemas de los países en desarrollo, y en especial los pequeños productores, no se verían beneficiados por los procesos de investigación en biotecnología. Algunos países latinoamericanos han creado instituciones como el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Cuba, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina, el Centro de Investigación de Ingeniería Genética y Biotecnología de México, el Programa Nacional de Biotecnología de Brasil y el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. Pero el reto tecnológico es difícil en estas áreas, donde la rapidez de los cambios exige un gran dinamismo del aparato productivo y sensibilidad al avance tecnológico, para poder mejorar la competitividad o, por lo menos, para ser consumidores racionales de tecnología.

Para países como Colombia, este es un desafío importante, que obliga al país a tener una

estrategia de investigación y a procurar que las innovaciones tecnológicas contribuyan a resolver, y no a agudizar, los problemas sociales. La mayor parte de las zonas agrícolas de los países en desarrollo están en el trópico, y la presión campesina empuja las actividades hacia los más frágiles ecosistemas, bajo condiciones marginales de producción sostenida. Esto subraya la necesidad de incorporar la consideración del medio ambiente en toda investigación estratégica.

Lo que necesitan los países de América Latina es que los centros nacionales de investigación actúen simultáneamente i) en el sector moderno, dando prioridad en sus estudios —como anotan algunos analistas— a los productos con ventajas comparativas en el mercado de exportación, que tendrán que hacerse más competitivos a raíz de la revolución biotecnológica, y ii) en el sector tradicional, particularmente a los productos alimenticios de consumo interno.

V

La situación regional

La crisis económica que hoy enfrenta la mayoría de los países de América Latina y que se ve agudizada por la hiperinflación, el proceso acelerado de urbanización, el aumento de la población que vive a nivel de pobreza crítica y una deuda externa que obstaculiza el desarrollo económico (a lo que se agrega el desfase en el adelanto científico y tecnológico), exige replantear el modelo de desarrollo.

Según estimaciones de la CEPAL, en 1990 el producto interno bruto de la región en su conjunto se redujo en 0.5% con respecto al año anterior, en que sólo había crecido 1.5%. Con esto el producto per cápita disminuyó por tercer año consecutivo, regresando al nivel registrado en 1977 y 1983. La creciente inflación bordeó la de carácter crónico que se torna en hiperinflación: a fines de 1990 el aumento de precios acumulado en doce meses era de 8 500% en Nicaragua, 8 300% en Perú, 2 400% en Brasil, 1 800% en Argentina y 130% en Uruguay. En otros países con inflación alta reciente y con programas de estabilización —que incluyen México, Ecuador,

República Dominicana y Colombia— el alza osciló entre un 30% y 75% anual. Estas cifras, que son preocupantes, disminuyen la capacidad de compra de los asalariados.

En la mayoría de los países de la región el sector externo no redujo en 1990 su capacidad efectiva de importar, ya sea porque se ampliaron las exportaciones, porque se postergó el servicio de la deuda, o porque se recibieron capitales.

La deuda externa de la región alcanzó a 423 000 millones de dólares, luego de haber descendido ligeramente el año anterior, puesto que al no poder cumplirse con el servicio de la deuda se incurrió en una mora de 11 000 millones de dólares, aparte de la devaluación del dólar. A fines de 1990 los países más endeudados eran, en este orden: Brasil con 121 000 millones de dólares, México con 95 900 millones, Argentina con 67 500 millones, Venezuela con 31 000 millones, Perú con 17 710 millones y Colombia con 17 200 millones (CEPAL, 1990).

La urbanización acelerada fue la norma en la región en los últimos tres decenios. Si al inicio

de los años sesenta el 51.2% de los latinoamericanos eran habitantes rurales, ya en 1990 éstos habían descendido al 30%. El 70% restante vive en los centros urbanos, los que siguen creciendo y en los cuales se generan dramáticos procesos de caos urbano. Esta transformación ha causado grandes cambios en el sistema alimenticio, en las preferencias y hábitos de los consumidores, en el desarrollo de la agroindustria y en el aumento de actividades económicas informales que compiten con las del sector formal sin pagar impuestos ni garantizar estabilidad laboral (la típica economía del "rebusque"). El desempleo urbano se incrementó en la región, excepto en Chile (donde se redujo de 20.0 en 1982 a 6.6% en 1990) y en México (donde bajó del 4.2% al 2.8% en igual período). En Colombia pasó del 9.1% al 10.2%.

Aparte el crecimiento mismo de la población, los pobladores urbanos se concentran cada vez más en conglomerados muy grandes. En 1950 había 10 ciudades con 5 millones de habitantes o más; en 1990 hay 33 áreas metropolitanas con 5 millones de habitantes o más, 15 con 10 millones de habitantes o más, y seis con 15 millones de habitantes o más. En su conjunto exhiben problemas de "crisis urbana", pues su tamaño dificulta cualquier ordenamiento racional. Lo más grave del problema es que "las ciudades de los países más pobres están pasando rápidamente a formar parte del grupo de ciudades más grandes del mundo"; esto rompe la conexión histórica entre el tamaño de la ciudad y el grado de desarrollo económico y social de ésta, pues definitivamente no se trata de un proceso de industrialización que atrae, sino de fenómenos de otro orden que se apoyan en la "terciarización" de las economías. De las 100 áreas metropolitanas más grandes del mundo, unas 58 se hallan en países en desarrollo; así las cosas, los tugurios y barriadas del mundo en desarrollo crecen a un ritmo

dos veces más rápido que las ciudades en su conjunto. Según estimaciones correspondientes a 1987, "la proporción de habitantes urbanos que viven en tugurios y barriadas de ocupantes ilegales es superior al 30% en muchas ciudades de países en desarrollo. En algunos casos, la mayor parte de la población vive en tugurios: 70% en Casablanca, 67% en Calcuta, 60% en Bogotá y en Kinshasa, y 42% en Ciudad de México" (Comité de la Crisis Demográfica, 1990). Esto incrementa los déficit de vivienda, servicios públicos y equipamiento colectivo y la contaminación acústica y ambiental: en suma, acentúa la pobreza.

En lo que respecta a la región latinoamericana, y desde luego a Colombia, se impone distinguir entre dos grandes opciones económicas que remiten a su vez a dos grandes opciones de política científica y tecnológica: o nos acogemos al modelo neoliberal que pretende la adaptación pasiva a la nueva división internacional del trabajo, o establecemos como requisito previo la formulación de una política nacionalista de desarrollo y modernización de la base económica. Esta última opción exige dar impulso a los sectores agropecuario e industrial mediante la expansión del mercado interno, y desarrollar la innovación tecnológica para superar el atraso, creando o consolidando en la educación secundaria y superior una base científica que favorezca la capacidad propia de investigación y desarrollo en áreas estratégicas y en sectores tecnológicos de avanzada. Para esto es preciso reformular el papel que deben desempeñar la ciencia y la tecnología en el desarrollo del país, y señalar claramente su articulación con el sistema educativo, particularmente en su nivel superior y de postgrado, cuya oferta debe estar orientada no tanto por las demandas espontáneas del mercado sino por las necesidades estratégicas del país.

Bibliografía

- Bernal, J.O. (1955): *Science in History*, Londres.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (1988): *Progreso económico y social en América Latina. Informe 1988*, Washington, D.C.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (1990): *Balance preliminar de la economía de América Latina y el Caribe 1990* (LC/G.1646), Notas sobre la economía y el desarrollo, N° 500/501, Santiago de Chile, diciembre.
- _____ (1991): "Las exportaciones latinoamericanas de productos básicos: cuestiones de política", Santiago de Chile, 22 de abril, mimeo.
- CET (Centro de las Naciones Unidas sobre las Empresas Transnacionales) (1988): *Transnational Corporations in Biotechnology*, Nueva York. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E.88.II.A.4.
- Comité de la Crisis Demográfica (1990): *CITIES Condiciones de*

vida en las 100 áreas metropolitanas más grandes del mundo, Washington, D.C.

Corona Triviño, L. (1989): *Revolución científico-técnica en el contexto mundial*, México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

FONADE (Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo)/DNP (Departamento Nacional de Planeación)/MEN/Universi-

dad Nacional de Colombia (1990): *Misión de Ciencia y Tecnología*, tomo 1, Bogotá, septiembre.

Gorbachov, M. (1987): *Perestroika: nuevo pensamiento para mi país y el mundo*, Bogotá, Editorial Oveja Negra.

Nickel, John L. (1989): *CIAT*, Colombia, Palmira.

Pérez, Carlos Andrés (1990): Cinco cuestiones fundamentales para la región, *Revista de la CEPAL*, N° 41 (LC/G.1631-P), Santiago de Chile, agosto.