

Situación y perspectivas de desarrollo tecnológico industrial

GABRIEL POVEDA RAMOS

INTRODUCCION

Todos sabemos bien que Colombia ha sido y es un país dependiente en su desarrollo tecnológico y poco fecundo en la creación original de ciencia. Justamente para enfrentar este problema se constituyó en 1969 COLCIENCIAS.

La industria manufacturera y fabril es por su misma naturaleza una actividad eminentemente demandante de tecnología y de desarrollo tecnológico. En ello radica el gran potencial que ese sector puede tener no solamente para el progreso de la tecnología industrial misma, sino para el desarrollo científico propiamente dicho. En efecto, el desarrollo científico en todos los países se ha producido, en gran medida como resultado o producto colateral del desarrollo de la tecnología industrial. Ejemplos de ello son los casos de países como Inglaterra, Alemania, Estados Unidos, la Unión Soviética y todos los demás altamente industrializados.

En el momento actual, con un gobierno ansioso de reconstruir el país

y de impulsarlo nuevamente por el camino del desarrollo económico y social, se presenta la posibilidad de intensificar, de forma vigorosa, la labor de fomento y desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. Este propósito puede cumplirse eficazmente, a través del fomento y el desarrollo de la innovación tecnológica en la industria fabril.

Justificación del desarrollo tecnológico y científico bajo programas

La razón primordial para que el impulso a la tecnología y a la ciencia a través de la industria manufacturera deba ser una acción planificada y programada, reside en la preponderancia de dicho sector económico en el mercado de tecnología, dado su carácter de actividad altamente intensiva en el uso de este factor. Esta característica se une con el papel clave que la industria tiene como motor decisivo del desarrollo de la economía.

Existe además una indiscutible urgencia de promover el desarrollo tecnológico y científico, a nivel na-

cional en general, y a nivel industrial en especial.

Por otra parte, la disponibilidad de recursos tecnológicos y científicos de nuestro país es obviamente insuficiente. Además, el conjunto de nuestros recursos en esta materia es fragmentario, descoordinado y en general poco eficiente.

A lo anterior se agrega la limitación de recursos financieros disponibles para hacer desarrollo tecnológico y desarrollo científico, y la consecuente necesidad de utilizar esos recursos en forma óptima.

Cabe mencionar también que la tarea de hacer desarrollo en ciencia y tecnología a través de la industria es un tema que se adecúa especialmente bien para ser desarrollado en forma planificada.

Diagnóstico de la situación actual

Son varios los elementos de juicio que deben tenerse presentes para preparar un programa de desarrollo tecnológico y científico en el área de la industria manufacturera.

Conviene comenzar por anotar una vez más la tradición ya larga de que nuestra industria hace muy poca innovación tecnológica y menos investigación aún. La gestión tecnológica a nivel de la empresa fabril presenta rasgos de relativo vigor en materia de negociación de tecnología, de optimización en su empleo y de capacitación del factor humano. Pero tiene un bajo nivel de capacidad innovadora y casi ninguna labor en investigación y desarrollo. Además la gestión tecnológica explícitamente concebida es una función poco generalizada en nuestras fábricas.

A nivel nacional existe una notoria descoordinación entre los vértices del triángulo científico-tecnológico. La infraestructura científico-tecnológica nacional es evidentemente débil, incoherente y carente de propósitos comunes y definidos. Aún así esa infraestructura está ampliamente subutilizada y el talento nacional que se ha logrado capacitar con posibilidades de avance para la tecnología y para la ciencia está también subutilizado.

En el sector productivo, encontramos numerosos problemas en los procesos de fabricación en diversas ramas industriales. Así ocurre en los textiles, la metalmecánica, la manufactura de alimentos, los productos de madera, las industrias cerámicas y otros renglones.

Un campo que debe ser especialmente considerado es el de las relaciones y conflictos entre la tecnología industrial y su progreso con la necesidad nacional de maximizar la generación de empleo en el sector fabril.

La industria está hoy severamente lastimada y apenas comienza a salir lentamente del más profundo receso que ha conocido en los últimos 50 años, y comienza a recuperarse para llegar nuevamente a niveles de actividad comparables con los de los años anteriores. En estas condiciones es apenas explicable que entre los empresarios industriales el tema de la investigación y el desarrollo tecnológico reviste una prioridad no muy alta.

Esto sucede al mismo tiempo cuando problemas generados por la actividad industrial, como el problema de impacto en el medio ambiente, que necesita y que merece es-

pecial atención a través de la innovación en tecnología y de la investigación científica, se agudizan profundamente. Al mismo tiempo hay que señalar que varios renglones tradicionales de la industria del país nunca han logrado superar su veterado atraso tecnológico, y que inclusive otros que llegaron a ser modernos y dinámicos en este campo se han visto en los últimos años notoriamente rezagados. En alguna de estas condiciones encontramos a las industrias de alimentos, textiles, minerales no metálicos y de metalme-cánica, entre otras.

Toda la industria manufacturera es susceptible de importantes progresos a través de la innovación de su tecnología. Pero hay algunos sectores dentro de ella más dispuestos o más propensos a recibir estos beneficios. Entre estos últimos se pueden mencionar los del azúcar, las industrias lácteas, las cervecías, la industria textil, las cerámicas, las industrias químicas minerales, la su-croquímica, la siderúrgica, la de ma-quinaría mecánica y la industria de artículos eléctricos. En cambio, en otros renglones se aprecia una baja capacidad y una escasa disposición hacia la innovación técnica. Así ocurre en el caso de industrias de alimentos, bebidas, tabaco, madera, confecciones, calzado, cuero, papel, artes gráficas, metálicas livianas, caucho, plásticos, electrodomésticos, pinturas y demás paraquímicas, manufacturas de panel, productos de cobre y productos de aluminio.

El caso de la fabricación de bienes de capital es un caso especialmente alarmante de atraso en su misma magnitud, de bajo nivel de desarrollo técnico y de muy poca acción en investigación y desarrollo.

Esta rama industrial necesitará atención especial en los programas de fomento a la tecnología industrial.

Este cuadro se presenta contra el fondo de un rápido cambio tecnológico a nivel internacional en varios sectores claves de industrias que ya se han desarrollado en Colombia; tal como ocurre con la automotriz, la química, la eléctrica y otras. Aún en renglones industriales en donde no se está registrando una evolución tecnológica rápida en el resto del mundo, nuestro estado de retraso permite identificar numerosas posibles innovaciones relativamente sencillas pero importantes, como se aprecia en las ramas de alimentos vegetales, textiles, madera, cuero, cerámicas, minerales no metálicos, química mineral, fundición y metal-mecánica.

Debe señalarse así mismo que en el concierto internacional existen desde tiempo atrás tecnologías industriales para sectores que aún no han adquirido el vuelo que pueden lograr en Colombia, y que es por lo tanto necesario comenzar a estudiar, a actualizar y a redesarrollar esas tecnologías. Así ocurre con la carbo-química, la sucroquímica y la electrónica.

Estudios del Instituto de Fomento Industrial que he tenido la ocasión de dirigir, muestran que Colombia tiene ante sí la necesidad y la oportunidad de ejecutar numerosos proyectos de nuevas industrias, tanto en las áreas ya desarrolladas como en otras insuficientemente avanzadas, y también en unas más aún no existentes. La mayor parte de estos proyectos se sitúan en los campos de la agroindustria, las industrias químicas, la producción de alimentos, la transformación de la madera,

la siderurgia básica, la construcción de maquinaria mecánica, la construcción de equipo eléctrico, la minero-metalurgia, y la petroquímica. Puesto que se trata de proyectos más exigentes en su nivel tecnológico, será necesario reforzar en gran medida la capacidad nacional de asimilación de tecnologías, de difusión de las mismas, de perfeccionamiento y de innovación. Puede esperarse, sin exceso de optimismo, que en los próximos años, hasta terminar el siglo, la industria colombiana no solamente haya aumentado su magnitud, sino que se haya diversificado ampliamente y que haya alcanzado un nivel de tecnología mucho más alto del que tiene hoy en día.

Objetivos generales de un plan en tecnología industrial

De las consideraciones expuestas, surgen lógicamente los objetivos generales que deben guiar un programa de fomento de la tecnología en la industria.

El más urgente propósito, el de mayor cobertura, y el que mejores resultados puede dar a corto plazo, y que debe estar dirigida a apoyar el desarrollo industrial es el robustecer la capacidad nacional en tecnología y ciencia.

Más concretamente, urge poner en marcha todo un proceso integrado de investigación científica y de desarrollo tecnológico en la industria manufacturera a nivel nacional.

Otro objetivo clave es el de aprovechar eficientemente el talento colombiano en lo tecnológico y lo científico, pues está notoriamente desaprovechado.

En el sector industrial, lo más importante es coadyuvar al desarrollo del mismo, especialmente en sectores altamente intensivos en ciencia y tecnología, mediante el fomento de la investigación y la innovación.

Objetivos específicos del plan

Cuatro objetivos específicos deben señalar un posible plan de desarrollo tecnológico y científico en la industria. A través de ellos se aspira a desarrollar los objetivos generales ya propuestos.

Primero: generar una clara capacidad de innovación tecnológica mediante la investigación y el desarrollo en la industria manufacturera.

Segundo: robustecer la capacidad nacional e ingeniería para hacer desarrollo tecnológico en el sector.

Tercero: estimular la capacidad tecnológica nacional no utilizada, y radicada en distintas personas e instituciones.

Cuarto: provocar la investigación científica nacional en aquellos campos de la ciencia más directamente relacionados con la tecnología industrial, como son la física, la química, la metalurgia y la biología.

Características del plan

El plan de fomento de la ciencia y la tecnología en la industria debe ser, un plan efectivo y con resultados en el corto y mediano plazo. Ya hemos pasado muchos años discutiendo y examinando los problemas generales de la transferencia de tecnología, de su negociación, de sus implicaciones sociales y demás aspectos del tema. Se trata ahora,

pues, de lograr resultados más concretos y más tangibles.

El plan debe ser selectivo en los sectores industriales a los que dirija con mayor prioridad sus esfuerzos; sectores que conviene escoger por su mayor capacidad de respuesta al estímulo que se les da para el desarrollo de la tecnología y de la investigación científica.

Buscando su eficacia, es necesario que el plan esté sólidamente estructurado sobre proyectos específicos con objetivos concretos. Sus esfuerzos principales deben dirigirse a lograr innovaciones tecnológicas, a corto y mediano plazo, claramente identificables.

El plan debe ser descentralizado, tanto en sentido geográfico como en sentido institucional; y abierto a la participación del mayor número de empresas, instituciones técnico-científicas e investigadores. Aunque desafortunadamente el número de participantes eficaces y colaboradores en un proyecto de esta envergadura, no va a ser muy numeroso.

El plan debe ser también rico en resultados en el terreno de la investigación propiamente científica. La forma más positiva de estimular la investigación científica en el caso de Colombia, es hacerlo como un esfuerzo que acompañe al progreso tecnológico con que se procure dar respuesta al estado de atraso de sectores como la industria. Si se escogen adecuadamente los sectores industriales para impulsar su tecnología, si se identifican con precisión los problemas tecnológicos por resolver, y si se ahonda en el estudio de estos problemas tecnológicos, es seguro que se van a establecer lí-

neas de investigación en las ciencias de la tecnología que pueden conducir directamente a resultados científicos sustanciales.

Rasgos indeseables para el plan

Dada la falta de experiencia que tenemos en nuestro país en esta materia, se corre el riesgo de incurrir en equivocaciones o tentaciones que es bueno señalar para evitarlas.

Una de ellas es la de dedicar esfuerzos importantes a especular y hacer teoría de lo que pudiera llamarse "metatecnología" o "metaciencia". Esta etapa en gran parte ha sido cubierta en los 10 años transcurridos, y sus resultados han demostrado que este es un esfuerzo más bien poco fructífero.

Otro riesgo obvio es el de incurrir en formas abiertas o encubiertas de paternalismo estatal, que pueden conducir a acciones poco eficaces, e inclusive a acciones indeseables, como sería la de subsidiar cuantiosamente cualquier forma de investigación y desarrollo en la industria. En general, conviene evitar las posibles tendencias de centralización y dirigismo rígido que puedan surgir en el camino del plan.

Tampoco sería conveniente que como parte del plan o de sus programas específicos, se monten sistemas para prestar recursos financieros, y menos aún si estos fueran subsidiados. El país no tiene ni la holgura económica para esto, ni la madurez en sus sectores productivos para aprovechar acertadamente este tipo de apoyo.

Un riesgo probable pero que se puede evitar es el de traer misiones internacionales que orienten los es-

fuerzos del plan o los programas en tecnología y en ciencia que de él resulten. Colombia tiene afortunadamente todos los recursos humanos para hacer una buena programación en esta materia, y para conducir con propiedad y con acierto los trabajos que resulten de los programas previstos.

Es cierto que la planificación del esfuerzo en la ciencia y tecnología para la industria debe hacerse con propósitos establecidos claramente. Sin embargo esto no significa que deba encararse como un mecanismo determinista o mecanicista del cual se puedan esperar resultados previstos o predeterminados a priori. Por lo tanto, sería muy poco práctico trabajar en la elaboración de modelos matemáticos, lógicos o políticos como esquema para la concepción del plan o como parte de los trabajos para implementarlo.

Finalmente cabe señalar un riesgo propio de nuestras administraciones en los últimos tiempos, que en nuestro caso debe evitarse. El plan no debe crear más institutos conjuntos o entidades de investigación. Debe trabajar con el esquema institucional existente, con la infraestructura científico-tecnológica que tenemos, así sea defectuosa. Con estos elementos y recursos, y con una orientación certera, puede pensarse y aspirarse que se logren resultados excelentes.

Acciones básicas y generales

Para ejecutar el plan es necesario realizar algunas acciones iniciales o durante su avance, que le den la mayor eficacia posibles y la mayor repercusión en los medios industriales, de ingeniería y científicos.

La ejecución del programa necesita contar, desde el comienzo, con un inventario de centros de investigación tecnológica y científica para la industria, en universidades, fábricas e instituciones del Estado.

Si este inventario no existe o es incompleto, el primer paso en la ejecución del plan debe ser realizarlo o actualizarlo.

Tarea inicial igualmente importante es la de definir un conjunto de proyectos específicos de investigación tecnológica e investigación científica diseñados para atender problemas de fondo existentes en la industria.

A lo largo de toda su ejecución, el plan debe publicar documentos y trabajos escritos por técnicos e investigadores colombianos sobre temas de relevancia industrial y de importancia científica o técnica.

Este es un aspecto que en nuestro país ha sido poco atendido, y que si no se resuelve, amenaza con reducir sustancialmente la importancia o la significación de los resultados del plan.

Algunos proyectos específicos

Ya se indicó que el plan de desarrollo científico y técnico para la industria debe estructurarse con proyectos específicos orientados a problemas o a sectores adecuadamente escogidos. Examinando las necesidades de la industria colombiana surgen numerosos proyectos específicos requeridos y recomendables. De acuerdo con su naturaleza, estos proyectos pueden agruparse en cuatro categorías:

— Ciencias básicas de la tecnología industrial

- Tecnologías sectoriales específicas.
- Tecnologías genéricas para la industria.
- Proyectos de apoyo tecnológico.

Entre los proyectos de Ciencias básicas de más interés pueden mencionarse los siguientes:

- a) Proyecto de investigación aplicada en mecánica industrial.
- b) Proyecto de investigación aplicada en combustión y termotecnia.
- c) Proyecto de investigación aplicada en electricidad y electroquímica industrial.
- d) Proyecto de investigación aplicada en metalurgia y metalografía física.
- e) Proyecto de investigación aplicada en microbiología industrial.

Entre los proyectos sobre tecnologías sectoriales, los más útiles e interesantes están los siguientes:

- a) Proyecto de redesarrollo y adaptación de tecnologías carboquímicas.
- b) Proyecto de innovación tecnológica y adaptación de tecnologías para industrias de alimentos.
- c) Proyecto de diseño de bienes de capital para la industria y para energía eléctrica.
- d) Proyecto de innovación tecnológica y adaptación de tecnologías para industrias de minerales no metálicos y cerámicas.
- e) Proyecto de difusión y adaptación de tecnología maderera.
- f) Proyecto de redesarrollo y adaptación de tecnología sucroquímica y alcoquímica.

g) Proyecto de desarrollo y adaptación de tecnología química de la cal.

h) Proyecto de desarrollo de tecnología en fibras textiles sintéticas y naturales.

Entre los proyectos de tecnologías genéricas que necesitan ejecutarse con mayor prioridad pueden señalarse los siguientes:

- a) Proyecto de estudio y control de contaminación de aguas por cationes pesados.
- b) Proyecto de estudio y control de contaminación atmosférica por humos y gases.
- c) Proyecto de identificación y difusión de tecnologías para industrializar desperdicios vegetales.

Como proyectos continuados de apoyo tecnológico, los que parecen más necesarios y urgentes de llevar adelante son los siguientes:

- a) El robustecimiento continuado del sistema de información en tecnología industrial.
- b) Un programa prolongado de relevamiento, identificación e inventario de tecnologías de producción industrial por sectores y productos principales.
- c) Un programa continuado de capacitación en gestión tecnológica, con énfasis en la pequeña y mediana industria.
- d) Un proyecto para promoción y capacitación en materia de normas y control de calidad.

Principales personas y entidades ejecutantes

Un plan como el que se contempla ahora debe prever y aun movili-

zar la colaboración del mayor número posible de entidades y personas participantes, como ya se indicó. De todas maneras su número no habrá de ser muy grande en nuestro medio.

Desde luego el papel rector del plan lo tendrá COLCIENCIAS como máxima entidad del gobierno que orienta y desarrolla la política científica y tecnológica. En segundo término, el papel más activo debe corresponder a las universidades. Cabe señalar, específicamente, la importancia de vincular a la implementación del plan, a aquellas universidades mejor dotadas de recursos humanos e instalaciones para hacer investigación aplicada e investigación científica: la Universidad Nacional, la de Santander, los Andes, la de Antioquia, la del Valle y la Bolivariana.

Para garantizar la participación de todas las empresas industriales que tengan interés en ello, es indispensable que participen en el plan y en su ejecución las asociaciones gremiales de industrias, especialmente la Andi, Fedemetal y Acopi.

Es necesario vincular también en la ejecución del plan a las asociaciones profesionales de ingenieros, y de aquellos científicos más directamente relacionados con la tecnología industrial.

Finalmente, en el desarrollo del plan debe recavarse la participación de investigadores y expertos de categoría y experiencia generalmente reconocida. El país no puede darse el lujo de ignorar o prescindir de la participación activa de personas como Alvaro Iregui en la industria de alimentos, Hernán Garcés en la me-

talurgia, Darío Suescún en la geología, Gerardo Botero en biología, Angel Zapata en química, Norton Young en alimentos y otros de igual prestigio y valía.

Algunos resultados deseables y posibles

Un plan de desarrollo científico y tecnológico como el que se encara puede pretender algunos resultados de enorme importancia en un plazo razonable de algunos años. Entre esos resultados deseables y posibles, es necesario mencionar los siguientes:

En primer lugar se elevará sustancialmente el nivel técnico en industrias que lo necesitan urgentemente. Esto ocurre con las de alimentos, textiles, maderas, metalmecánica, maquinaria y equipo, electrónica y otras.

Se podrá también acumular conocimiento teórico y experiencia técnica (know-how) que sean apropiados para desarrollar industrias hoy incipientes o inexistentes en el país, pero con gran potencial de crecimiento futuro. Es el caso de la agroindustria, la carboquímica, la industria maderera, la sucroquímica, la alcoquímica y la fabricación de maquinaria.

Se podrá llegar a crear "escuela" o sea capacidad científico-tecnológica en campos industriales, con gran ocasión para nuestro país, como los de alimentos, carbón, azúcar y derivados, madera y sus productos, metalmecánica y otros.

Finalmente, se llegará a formar una **pequeña pero fuerte** comunidad

de investigadores y técnicos en tecnología industrial y en ciencias básicas aplicadas a la industria, como la física, la metalurgia, la química y la biología. Este es un pre-requisito

fundamental para que pueda pensarse en llegar a tener alguna vez en el futuro una fuerte corriente de avance científico y de desarrollo tecnológico.